

Análise e caracterização de sedimentos do Norte e Centro de Portugal para aplicação forense

João Paulo Costa Gomes

Mestrado em Geologia

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2017

Orientador

Maria Alexandra de Mascarenhas Guedes

Professor Auxiliar

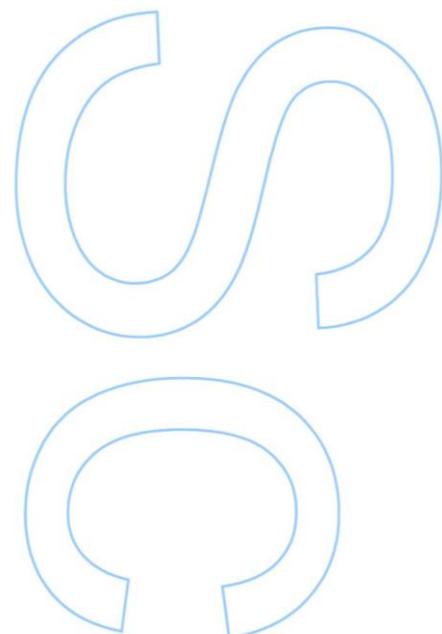
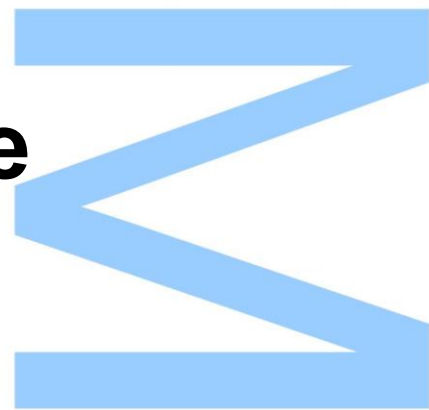
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Coorientador

Ana Cristina Malato Monteiro de Almeida Assis

Setor de Físico-Química

Laboratório de Polícia Científica, Polícia Judiciária





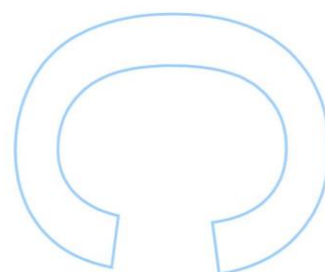
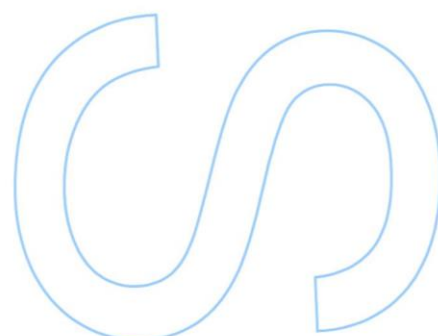
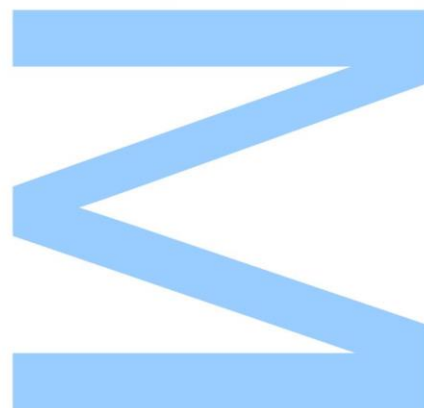
LPC



Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todas pessoas e entidades que estiveram envolvidas neste trabalho, pois sem o seu auxílio não seria possível concluir este estudo.

À doutora e professora Alexandra Guedes, orientadora desta dissertação, pela oportunidade que me concedeu em trabalhar numa área do meu interesse, pela disponibilidade e ajuda que sempre demonstrou ao longo destes meses de trabalho, pelos conhecimentos que me transmitiu referentes a esta temática, pela correção que efetuou neste trabalho e pelo entusiasmo e confiança que sempre demonstrou para comigo.

À doutora Ana Assis, coorientadora desta dissertação, pela oportunidade de trabalhar confortavelmente nas instalações do LPC-PJ, pela correção deste trabalho e por todo o auxílio que me prestou no decorrer deste estágio.

À minha namorada e colega de estágio Inês Correia, por toda a ajuda que me deu desde o início do trabalho, pelos bons momentos que passamos juntos ao longo desta minha etapa académica e por toda a confiança que depositou em mim.

À minha colega de estágio Ângela Pacheco, pela cooperação neste trabalho e pelos bons momentos ao longo dos últimos meses.

À doutora Helena Ribeiro, pela ajuda e elaboração das análises estatísticas efetuadas no trabalho.

À doutora e professora Helena Sant'Ovaia, por facultar o suscetibilímetro e pelas correções efetuadas neste trabalho.

Ao doutor Fernando Noronha, por facultar o equipamento de fluorescência de raios-X.

Ao DGAOT/FCUP.

Ao Projeto UID/GEO/04683/2013 da FCT, Portugal.

Ao COMPETE POCI-01-0145-FEDER-007690.

À FCUP e ao LPC-PJ.

Resumo

A taxa de criminalidade atual é um grave problema na nossa sociedade e tem vindo a aumentar consideravelmente ano após ano. Devido ao seu elevado valor probatório, o solo tem vindo a ser cada vez mais utilizado na investigação forense sendo fundamental levar a cabo a sua caracterização. A geologia forense consiste na aplicação de princípios, práticas e procedimentos geológicos na resolução de problemas e questões legais. Os principais objetivos do presente trabalho são elaborar uma base de dados de solos, que poderá ser utilizada em futuras investigações forenses, verificar se o microespectrofotómetro TIDAS S MSP do LPC-PJ é adequado a análise de solos e demonstrar a eficácia dos equipamentos portáteis utilizados na análise forense de solos. Neste contexto, foram realizadas análises a 68 amostras, previamente recolhidas e armazenadas, tendo sido avaliadas três propriedades do solo com equipamentos portáteis de carácter não destrutivo: cor, determinada por um espectrofotómetro Konica Minolta CM-2600d; suscetibilidade magnética, determinada por um suscetibilímetro portátil KT-10; composição química elementar, determinada por um espectrómetro de fluorescência de raios-X portátil X-MET 7000 da Oxford Instrumentes. Foi ainda aplicada uma análise de “clusters” para averiguar se a conjugação das diferentes análises permitiria discriminar amostras provenientes de diferentes regiões.

Os equipamentos utilizados revelaram-se bastante práticos, fáceis de manusear, eficazes, bem como conseguiram preservar as amostras dos solos. A combinação das diferentes análises permitiu discriminar amostras provenientes de diferentes regiões. Os resultados obtidos serão adicionados à base de dados forense de solos de Portugal.

Com este trabalho pretende-se sensibilizar e demonstrar as potencialidades que a geologia forense pode ter no universo científico em Portugal, uma vez que esta temática ainda está numa fase embrionária.

Palavras chave: solos, espectrofotometria, suscetibilidade magnética, fluorescência de raios-X

Abstract

Nowadays the crime ratio is a serious problem in our society and is increasing substantially every year. Soil forensics has the purpose to characterize and investigate a match between soil samples collected as evidence. Because of high evidential value soil has been increasingly used in forensic investigations and being fundamental to make its characterization. Forensic geology is the application of principles, practices and geological procedures in solving problems and legal issues. The main goal of this study is to elaborate a soils database which could be used in future forensic investigations, to investigate if the microspectrophotometry TIDAS S MSP of the LPC-PJ is suitable for soil analysis and demonstrate the portability and effectiveness that the equipment used could have in soils forensic. In this context, 68 samples, previously collected and stored, were analysed, and three soil properties were investigated with non-destructive portable equipment: colour determined by a spectrophotometry Konica Minolta CM-2600d; magnetic susceptibility determined by a susceptibility meter KT-10; elemental composition determined by an X-ray fluorescence analyser X-MET 7000. A hierarchical cluster analysis was applied to ascertain the capacity of the different properties for discrimination between samples from the different zones.

The equipment used in this study proved to be very useful, easy to handle, effective and very successful in preserving soil samples. The combination of these techniques enables discrimination of samples collected in some of the regions. The results will be added to the Portuguese forensic soils database.

This work intends to sensitize and demonstrate the potentialities that forensic geology can have in the scientific universe in Portugal, since this thematic is still in an embryonic stage.

Keywords: soils, spectrophotometry, magnetic susceptibility, X-ray fluorescence

Índice geral

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract	iii
Índice geral.....	iv
Índice de figuras	vi
Nomenclatura utilizada na identificação de amostras de solos da coleção do LPC	viii
Introdução	ix
I. Estado de arte	1
I.I Laboratório de Polícia Científica.....	1
I.II Ciência forense.....	1
I.III Geologia Forense	2
I.IV Solo.....	4
I.IV.I Definição, formação e evolução	4
I.IV.II. Características dos solos	5
1. Cor.....	5
2. Textura	7
3. Esfericidade, arredondamento e calibragem	7
4. Suscetibilidade magnética	8
5. Composição química elementar	8
6. pH.....	9
I.IV.III. Perfil do solo.....	9
I.V Amostragem.....	11
I.VI. Precisão de medição	13
II. Metodologias.....	14
II.I Preparação das amostras.....	14
II.II Análise macroscópica	19
II.III pH	19
II.IV Microespectrofotometria	20
II.V. Espectrofotometria	21
II.VI. Suscetibilidade magnética	21

II.VII. Fluorescência de raios-X.....	22
II.VIII. Análise estatística	24
III. Resultados e discussão	25
III.I Microespectrofotometria.....	25
III.II Espectrofotometria	29
III.III. Suscetibilidade magnética	34
III.IV. Fluorescência raios-X	36
III.V. Clusters	39
IV. Conclusões	42
V. Referências bibliográficas	43
VI. Webgrafia.....	45
Anexos.....	46
Anexo 1 - Organograma da Polícia Judiciária.....	46
Anexo II - Organograma do Laboratório de Polícia Científica da Polícia Judiciária.....	47
Anexo III - Fichas de caracterização das amostras	48

Índice de figuras

Figura 1 - Representação de um sólido de cor no espaço de cor $L^*a^*b^*$	6
Figura 2 - Frascos plásticos com as amostras	14
Figura 3 - Localização das amostras - Mapa geológico de Portugal.....	15
Figura 4 - Análise do pH.....	19
Figura 5 - Microespectrofotómetro TIDAS S MSP do LPC.....	20
Figura 6 - Espectrofotómetro portátil Konica Minolta CM-2600d	21
Figura 7 - Suscetibilímetro portátil KT-10.....	22
Figura 8 - Kit espectrómetro portátil de fluorescência de raios-X.....	23
Figura 9 - Análise teste com 3 amostras numa objetiva x5.....	25
Figura 10 - Análise teste com 3 amostras numa objetiva x10.....	26
Figura 11 - Análise teste com 3 amostras numa objetiva x20.....	26
Figura 12 - Análise teste com 1 amostras numa objetiva x5.....	27
Figura 13 - Análise teste com 1 amostras numa objetiva x10.....	27
Figura 14 - Análise teste com 1 amostras numa objetiva x20.....	28
Figura 15 - Médias de análises de 1 amostra nas objetivas x5, x10 e x20.....	28
Figura 16 - Gráfico de amostras com coordenadas espectrofotométricas L^*a^*	32
Figura 17 - Gráfico de amostras com coordenadas espectrofotométricas L^*b^*	32
Figura 18 - Gráfico de amostras com coordenadas espectrofotométricas a^*b^*	33
Figura 19 - Espectros de refletâncias das zonas de amostras.....	33
Figura 20 - Valores de suscetibilidade magnética nas respetivas zonas.....	35
Figura 21 - Dendrograma de análise estatística utilizando a metodologia da espectrofotometria.....	40
Figura 22 - Dendrograma de análise estatística utilizando as metodologias da espectrofotometria e fluorescência de raios-X.....	40
Figura 23 - Dendrograma de análise estatística utilizando as metodologias da espectrofotometria e suscetibilidade magnética.....	41
Figura 24 - Dendrograma de análise estatística utilizando as metodologias da espectrofotometria, suscetibilidade magnética e fluorescência de raios-X.....	41

Índice de tabelas

Tabela 1 - Classificação textural de Atterberg	7
Tabela 2 - Características das amostras.....	16
Tabela 3 -Valores das médias, desvios padrões e coeficientes de variação de L*a*b*	29
Tabela 4 - Valores das médias, desvios padrões e coeficientes de variação da suscetibilidade magnética	34
Tabela 5 - Teor dos elementos químicos (valores em percentagem de massa).....	37

Nomenclatura utilizada na identificação de amostras de solos da coleção do LPC

- Portugal foi dividido em 4 regiões distintas:
 - Norte – N
 - Centro – C
 - Sul – S
 - Ilhas – I

- Os vários locais de recolha das amostras são identificados através das seguintes abreviaturas:
 - Afife – Afi
 - Albufeira – Alb
 - Almogrove – Alm
 - Armação de Pêra - AdP
 - Azurara – Azu
 - Baleal – Bal
 - Burgau – Bur
 - Cabedelo – Cab
 - Cabo Sardão - CS
 - Cantanhede – Can
 - Espinho – Espi
 - Esposende – Espo
 - Faial - Fai
 - Fânzeres – Fan
 - Figueira da Foz – FdF
 - Fonte da Telha – FdT
 - Foz do Rio Neiva – FRN
 - Gimonde – Gim
 - Jovim – Jov
 - Lagoa de Albufeira – Lda
 - Lagos – Lag
 - Lisboa – Lis
 - Loulé – Lou
 - Mindelo – Min
 - Mira – Mira
 - Monte Crasto – MC
 - Monte Gordo – MG
 - Montenegro - Mon
 - Nazaré – Naz
 - Odeceixe - Ode
 - Pedrogão – Ped
 - Peniche – Pen
 - Praia d’el Rey – PdR
 - Portelo - Ptl
 - Portimão – Por
 - Quarteira – Qua
 - Quiaios – Qui
 - Raposeira – Rap
 - Sagres – Sag
 - Salema – Sal
 - Salgueiros - Sgr
 - São Martinho do Porto – SMP
 - São Miguel - SM
 - São Pedro de Moel – SPM
 - Tavira – Tav
 - Torres Vedras – TV
 - Valbom – Val
 - Viana do Castelo – VdC
 - Vila Meã - VM
 - Vila Nova de Cacela – VNC
 - Vila Nova de Gaia - NVdG
 - Vila Real de Santo António – VRSA
 - Zambujeira do Mar - ZdM

- Dentro de cada localidade podem existir diferentes amostras, sendo assim necessário atribuir um número a cada amostra.

- Exemplos:
 - N – VdC – 1
 - C – Naz – 4
 - S – Lou – 3
 - I – SM – 2

Introdução

Este trabalho resultou de um protocolo entre a Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) e o Laboratório de Polícia Científica da Polícia Judiciária (LPC-PJ), com o intuito de promover uma cooperação de serviços técnico científicos com aplicações na área das ciências forenses, mais concretamente na geologia forense.

Os principais objetivos do presente trabalho são demonstrar a eficácia dos equipamentos portáteis utilizados na análise forense de solos, avaliar a utilidade, objetividade e viabilidade do microespectrofotómetro TIDAS S MSP, instalado no LPC-PJ, no âmbito da geologia forense e elaborar uma base de dados de solos de Portugal, que poderá ser utilizada em futuras investigações forenses. Também é pretendido que com este trabalho, a geologia forense consiga dar mais um pequeno passo em Portugal.

I. Estado de arte

I.I Laboratório de Polícia Científica

O laboratório de polícia científica é uma unidade da Polícia Judiciária de apoio à investigação criminal que está sediado na rua Gomes Freire em Lisboa, surgindo através do Decreto-Lei nº 41306, de 2 de outubro de 1957 (anexo I e II). Está organizado em três grandes áreas que têm diversas especialidades em cada uma delas. A área de Biotoxicologia integra as especialidades de biologia forense e da toxicologia forense; a área de Criminalística está dividida nas especialidades forenses de identificação judiciária, local do crime, balística e vestígios de marcas. A área de Físico-Documental está representada pelas especialidades de documentos, moeda falsa, escrita manual, resíduos de disparo e físico-química. Esta instituição possui uma autonomia técnica e científica que se distingue por apresentar diversas competências tais como pesquisar, recolher, examinar, registar vestígios e efetuar perícias nos diversos domínios das ciências forenses, emitir pareceres e prestar assessoria, implementar um sistema de gestão para a qualidade e para as atividades administrativas e técnicas, divulgar informações técnico-científicas que se revelam pertinentes perante novos cenários de criminalidade e garantir a participação técnica e científica da Polícia Judiciária no domínio das ciências forenses (in www.pj.pt).

I.II Ciência forense

A ciência forense é uma área interdisciplinar que engloba várias temáticas desde a geologia, biologia, química, criminologia, antropologia, psicologia, odontologia e muitas outras. O seu principal objetivo é colaborar e resolver investigações relacionadas com a justiça civil e criminal, baseando-se na confirmação ou ilibação de determinados suspeitos. A investigação clássica de um crime dependia muito da dedicação e determinação de investigadores, que não eram especialistas, mas maioritariamente voluntários, e da persistência, uma vez que os trabalhos eram laboriosos, feitos em grandes áreas e por tentativa erro. Os métodos utilizados envolviam muito tempo e grande parte destes eram de caráter destrutivo. Com a emergência da ciência forense, novas técnicas e metodologias ameaçavam renovar todo sistema legal. No entanto, o seu progresso foi amplamente bloqueado e posto em dúvida pois carecia da aceitação

daqueles que pertenciam ao círculo jurídico (Reis, 2010). Atualmente, estas desconfianças praticamente desapareceram porque a ciência forense provou ter uma capacidade rápida e eficaz em resolver determinadas situações de crimes, abrigando a cooperação entre todos os departamentos científicos envolvidos nos casos.

As técnicas recentemente utilizadas permitem analisar e identificar várias provas recorrentemente associados a uma cena de crime tais como sangue, cabelos, impressões digitais, tecidos, pólenes, sedimentos, solos, etc. Contudo, muitas destas provas quando chegam aos laboratórios para análise revelam-se inúteis devido a más ou incorretas amostragens, à ausências de identificação das amostras ou à pouca quantidade de material recolhido. Um cientista forense deve conhecer quais métodos analíticos, de ponto de vista legal, são aceites em tribunal. Também deve saber quais os protocolos utilizados pela polícia na recolha de amostras, na preservação e validação das provas. Uma vez que as ciências forenses têm uma objetividade e uma sensibilidade muito grande é necessário ter cuidados bastante específicos de modo a não contaminar as provas e não deturpar os resultados obtidos. Neste ramo científico, os detalhes são cruciais para a resolução de várias investigações. “A importância da aplicação da ciência no desvendar de crimes, não se dá apenas em razão da materialização da prova, da comprovação da autoria, ou da identificação do *modus operandi*. A relevância do setor para a sociedade é factível na consignação da inocência. Não há mensuração de quantos inocentes passaram ou passam anos presos, por exemplo, à espera de um exame de ADN que descarte a sua participação no crime. Priorizar a ciência forense é uma ação que centraliza benefícios à sociedade dispondo da ciência e tecnologia, não apenas ao sistema de segurança pública e justiça criminal, mas, em última análise, a serviço dos direitos humanos” (Fachone & Velho, 2007).

I.III Geologia Forense

A geologia forense consiste na aplicação de princípios, práticas e procedimentos geológicos na resolução de problemas e questões legais (Guedes & Valentim, 2014). Os tipos de materiais geológicos que são alvo de estudo nas investigações forenses são solos, sedimentos, minerais, rochas, pigmentos, gemas, poeiras, etc. Estes são direcionados a um geólogo forense que procura solucionar e responder qual a sua proveniência, se são exclusivos do local do crime, identificar o contexto geológico presente e que métodos de investigação devem ser aplicados. Para tal, um geólogo forense tem a autonomia para efetuar comparações entre amostras e identificar

características que são semelhantes, de modo a estabelecer correspondências que permitem associar ou desassociar pessoas ou objetos com determinadas localizações (Reis 2012). Porém, o termo “comparar” deve ser meticulosamente empregado, porque na natureza não há dois objetos iguais, nem tampouco pode ser dito que um material geológico tenha origem num único lugar. Assim sendo é importante procurar partículas raras ou menos comuns nas amostras para que o poder discriminatório aumente e consequentemente o valor probatório seja fidedigno, já que a probabilidade de uma determinada amostra ter propriedades parecidas com outras procedentes de outros locais é muito pequena. (Guedes & Valentim, 2014).

Existem três princípios básicos que fundamentam a geologia forense: o primeiro, refere-se à probabilidade de que amostras idênticas tenham uma mesma origem. O segundo, princípio da sobreposição, evidencia que os materiais se depositam sequencialmente no tempo, em camadas sobrepostas, ou seja, a camada que está depositada por cima é a mais recente do que a se encontra subjacente. O terceiro, princípio da transferência, enunciado por Edmond Locard (1877-1966), indica que “sempre que dois objetos estão em contacto, existe uma transferência de matéria entre eles”. Perante estas normas, um geólogo forense pode e deve ter em consideração não só evidências de carácter geológico, mas também vidros, papéis, fibras, e outros materiais sintéticos (Guedes & Valentim, 2014).

A quantidade e diversidade da atividade criminal atual e a procura rápida e eficiente de a solucionar, alicerçada pelo progresso científico evidente ao longo dos últimos anos no ramo da geologia forense, permitiram identificar novas aplicações nesta área. Identificar o local de origem de materiais contrabandeados, localizar geograficamente restos humanos não identificados e objetos soterrados, determinar causas de morte, identificar gemas naturais, artificiais e de imitação, identificar pigmentos, em tintas de escrita ou em obras de arte, com o propósito de averiguar hipotéticas falsificações, identificar minerais mais raros, identificar solos ou sedimentos passíveis de serem comparados com uma base de dados, avaliar deslizamentos de terras, são algumas das potencialidades que a geologia forense está apta a ajudar a responder (in apcforenses.org).

I.IV Solo

I.IV.I Definição, formação e evolução

São várias as definições existentes para o conceito de solo, variando conforme a sua utilidade. Na área da pedologia, ramo científico que se dedica ao estudo da formação, propriedades, classificação e distribuição espacial dos solos, o solo é definido como uma camada pouco espessa de material não consolidado presente na superfície terrestre, contendo proporções variáveis de substâncias minerais e orgânicas, água e gases e servindo, ou podendo servir, de suporte a plantas com raízes. Em 2006 a FAO (Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas) indicou que um solo deve abranger “qualquer material situado a menos de dois metros de profundidade e que esteja em contacto com a atmosfera, excetuando os organismos vivos, as áreas de gelo contínuo não cobertas por outros materiais e os corpos de água com mais de 2 m de profundidade”. Sob a temática da geologia forense, um solo é qualquer material terrestre colhido accidental ou deliberadamente e que apresenta associação a uma determinada investigação criminal.

A formação natural dos solos, resulta da decomposição de fragmentos de rocha e de minerais resultantes da alteração física, química ou biológica, das rochas terrestres. A origem dos solos é habitualmente classificada em dois conceitos distintos: solos residuais e solos transportados. Quando os solos não sofrem transporte, ou seja, permanecem no local de decomposição da rocha que lhes deu origem, são classificados como solos residuais. Estes encontram-se *in situ*, sendo que a sua existência só é possível se a velocidade de remoção do solo for inferior à velocidade de decomposição da rocha. Um solo é classificado de transportado quando é condicionado por um agente de transporte, seja o vento, água, gelo, gravidade, e posteriormente depositado num outro local. As características destes solos dependem da distância e do agente de transporte.

A génese e evolução do solo resultam da influência de diversos fatores, tais como o material geológico original, o clima, o relevo, a atividade biológica, o tempo e a influência antrópica (FAO, 2006). Consequentemente, as características do solo estão diretamente relacionadas com estes fatores. A geologia forense estuda e caracteriza pormenorizadamente estas características nos solos de modo a estabelecer padrões de correspondência entre várias amostras de solos.

I.IV.II. Características dos solos

1. Cor

A cor é um conceito subjetivo próprio do ser humano e consiste na interpretação que o sistema sensorial e o cérebro atribuem aos diferentes comprimentos de onda de luz recebida ao interpretarem os estímulos nervosos provocados pela absorção dos fótons da radiação eletromagnética com comprimento de onda compreendido entre os 350 e 700 nm. Assim sendo, o que para uma pessoa aparenta ser de uma determinada cor para outras podem representar uma outra cor, isto porque existem diversos fatores que podem influenciar a sua perceção. A fonte de luz condiciona a aparência do material a ser analisado, assim como as diferenças de fundo e de contraste, uma vez que um material aparenta ser mais escuro quando é colocado num fundo claro. Com diferentes perspetivas as cores podem aparentar ser mais claras ou mais escuras, assim sendo as direções do ângulo de visão condicionam a perceção da cor. As diferenças no tamanho também afetam a aparência da cor, já que as que cobrem grandes áreas tendem a parecer mais claras e mais vivas do que comparado com áreas mais pequenas. Outros fatores interferentes são a natureza cristalina do material, o teor de humidade e a temperatura (Johnston, 1967; Thornton, 1997; Guedes & Valentim, 2014).

Para uma descrição pormenorizada da cor de um determinado material é necessário analisar o tom, luminosidade e saturação. Estes são termos percetuais, sendo que os termos quantitativos correspondentes são o comprimento de onda, a luminância e a pureza de excitação luminosa. O tom é a parte da perceção visual diretamente relacionada com o comprimento de onda dominante, permitindo classificar e distinguir os azuis, amarelos, vermelhos, e outros mais, edificando desta forma a roda das cores. A luminosidade é a quantidade de luz que é refletida de uma cor. As cores podem ser classificadas como claras ou escuras, tendo como limites de referência o branco e o preto. A saturação é uma propriedade que define o grau de pureza colorimétrica e resulta da menor extensão que o comprimento de onda dominante abrange. Uma cor é completamente saturada quando não possui nem preto nem branco. Assim sendo, no centro da roda das cores, o nível de saturação é o mais baixo.

Albert Munsell (1858-1918) desenvolveu em 1905 um sistema esquematizado tridimensional de cores num espaço cilíndrico de três eixos, que permite individualizar uma determinada cor através de três dimensões. Este sistema tornou-se o método frequentemente usado para o reconhecimento de cores em várias áreas científicas como a geologia, pedologia, agronomia, biologia, geografia, etc. A carta de cores de Munsell é uma adaptação deste sistema e consiste num conjunto de folhas, em que cada uma corresponde a um determinado matiz (tonalidade). Nestas folhas, os

retângulos das cores dispõem-se em colunas, separados por orifícios circulares, e em linhas, representando a escala do valor (luminosidade) e a escala do croma (saturação), respetivamente.

Apesar do sistema de cor de Munsell ser simples e prático, a sua avaliação tem algumas limitações, pois, frequentemente os solos analisados apresentam-se entre dois padrões da carta. Por outro lado, a textura do solo pode causar grande dificuldade no momento de correspondência com a cor na carta de Munsell, já que os padrões de cores desta carta são apresentados como cores sólidas, ou seja, sem textura. As condições de iluminação na comparação de cores também condicionam a análise. Perante isto, este sistema revela-se bastante subjetivo, o que requer uma grande experiência e uma boa sensibilidade visual.

Com o intuito de uniformizar as diferenças de cores perceptíveis pelo sistema visual humano foi elaborado um modelo (CIELab) que funciona como um tradutor universal de línguas entre os dispositivos, permitindo controlar as cores que passam de um dispositivo para o outro, correlacionando os valores em RGB com os valores em L^* , a^* , b^* . O eixo L^* corresponde à luminosidade e define a cor como sendo mais clara ou mais escura. Os limites deste eixo são o branco (valores positivos) e o preto (valores negativos). O eixo a^* corresponde à tonalidade, sendo que os seus limites são o vermelho (valores positivos) e o verde (valores negativos). O eixo b^* corresponde à saturação, sendo que os seus limites são o amarelo (valores positivos) e o azul (valores negativos). Com todos estes parâmetros, foi possível criar um sólido representativos deste modelo (fig. 1). A obtenção de parâmetros de cor $L^*a^*b^*$ e de valores de refletância em cada comprimento de onda, possibilitam a elaboração de espectros da cor.

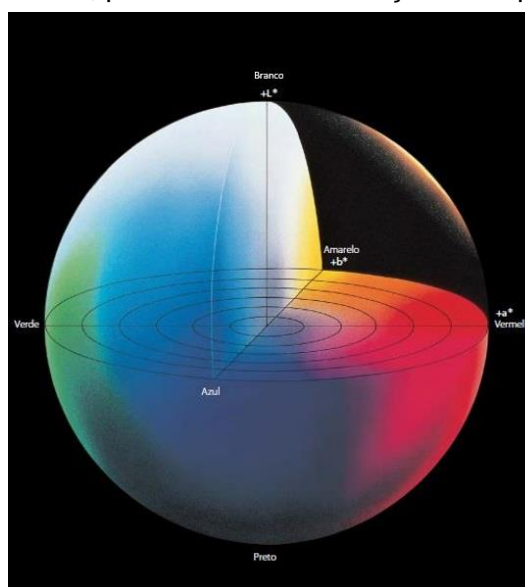


Figura 1 – Representação de um sólido de cor no espaço de cor $L^*a^*b^*$ (retirado dos slides das aulas de Geologia Forense 2015/2016).

A ciência que estuda e analisa quantitativamente a cor é a espectrofotometria. Esta relaciona a intensidade da luz que incide numa dada amostra e a sua curva espectral, resultante da mesma luz que é refletida e que é detetado pelo espectrofotómetro.

2. Textura

A textura é definida como a proporção relativa das diferentes classes granulométricas existentes num solo. Albert Atterberg (1846-1916) elaborou uma classificação textural em que definiu os limites de dimensões das partículas tais como argilas, siltes, areias e cascalho, esquematizado na tabela 1.

Tabela 1 – Classificação textural de Atterberg.

<u>Partículas</u>	<u>Dimensão</u>
Cascalho	Superior a 2 mm
Areia	Entre 0.02 mm e 2 mm
Silte	Entre 0.02 mm e 0.0002 mm
Argila	Inferior a 0.0002 mm

A fração de areia é distintiva porque é uma partícula não plástica, não pode ser deformada, não é pegajosa nem higroscópica e não é coesa. A fração de silte é sedosa ao tato, apresenta uma ligeira coesão quando seca e tem uma ligeira ou baixa higroscopicidade. A fração de argila é caracterizada por ser plástica e pegajosa, dura e muito coesa quando seca, tem uma alta higroscopicidade, os poros são muito pequenos e apresenta uma capacidade de contração e expansão. A textura é uma propriedade importante de análise, uma vez que é das características mais estáveis de um solo (Dias, 2004).

3. Esfericidade, arredondamento e calibragem

A forma das partículas sedimentares é uma característica importante dos sedimentos. O comportamento hidrodinâmico altera com a forma dos sedimentos, sendo que as mais esféricas são tendencialmente mais fáceis de remobilizar do que as angulosas. A forma das partículas sedimentares depende de diversos fatores: i) forma original dos elementos quando se constituíram como partículas sedimentares; ii) dureza, fragilidade e resistência à abrasão; iii) zonas de fraqueza; iv) agentes de transporte a que a partícula foi sujeita (Dias, 2004).

A esfericidade é definida como o grau em que a forma do sedimento se aproxima de uma forma esférica. O rolamento é definido como o grau em que a forma do sedimento apresenta mais ou menos arestas angulosas. A calibragem é definida como a diferença de tamanho dos sedimentos numa amostra. O estudo destas três características pode fornecer informações bastante relevantes acerca do tempo que essas partículas estiveram ativas no ciclo sedimentar, sobre o tipo e energia do meio de transporte, sobre a distância a que se localiza a origem dos sedimentos, o tipo de deposição, etc.

4. Suscetibilidade magnética

A suscetibilidade magnética (K) de um material está diretamente relacionada com a magnetização induzida (M) e o campo magnético externo (H) a que o material está sujeito e expressa-se, segundo a fórmula matemática: $M=KH$ (Sant'Ovaia, 2000). Esta propriedade é adimensional, pois (M) e (H) são expressos em amperes por metro. A suscetibilidade magnética de um solo é um parâmetro que varia conforme a concentração e composição de minerais que o constituem. Desta forma, e em função dos resultados obtidos a partir desta técnica, os minerais são classificados como sendo diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos.

Um material diamagnético é caracterizado por adquirir uma magnetização oposta face ao campo magnético aplicado. A suscetibilidade diamagnética é fraca e negativa. A água, vidro, plástico e minerais como o quartzo, feldspatos e carbonatos são diamagnéticos. O paramagnetismo é caracterizado por apresentar uma magnetização induzida paralela à direção do campo aplicado, que se reduz a zero quando o campo magnético é removido. Trata-se de uma magnetização positiva, mas bastante baixa. Os minerais característicos deste estado magnético são a olivina, biotite, a turmalina, a siderite e a pirite, são paramagnéticos. O ferromagnetismo é caracterizado pelo alinhamento espontâneo dos momentos magnéticos, mesmo na ausência de um campo magnético externo. Um material é ferromagnético quando possui uma magnetização elevada, sendo que a magnetite, a hematite e a pirrotite são exemplos de minerais ferromagnéticos (Sant'Ovaia, 2000).

5. Composição química elementar

A presença de elementos químicos num solo dependem principalmente de três fatores: dos minerais das rochas que originou o solo, da poluição e do intemperismo. Estes elementos podem ser analisados por uma técnica de análise elementar qualitativa

e quantitativa, a espectroscopia de fluorescência de raios-X (XRF), que tem como finalidade determinar a composição elementar de um determinado material. O princípio básico desta técnica consiste na utilização de uma fonte de radiação-X para ionizar os níveis internos dos átomos constituintes da amostra, por efeito fotoelétrico. Na reorganização dos átomos e no regresso ao seu estado fundamental, estes podem libertar o excesso de energia através da emissão de um fóton X, de energia igual à diferença de energia de ligação dos níveis entre os quais se deu a transição. Esta radiação é distintiva de um elemento. A deteção e análise deste espectro permite a identificação e quantificação dos elementos constituintes da amostra (Woods, 2014).

6. pH

A acidez do solo define-se como sendo a concentração em iões H^+ livres existentes na solução do solo. São vários os fatores que influenciam o pH do solo: o tipo de material geológico originário, a matéria orgânica do solo, o clima e os iões predominantes no complexo absorvente. Por sua vez, o pH tem influência em algumas propriedades do solo, já que um pH ácido favorece a meteorização dos minerais, sendo que um pH alcalino provoca uma dispersão das argilas e a destruição da estrutura do solo.

I.IV.III. Perfil do solo

Numa investigação forense, especialmente em casos onde ocorrem escavações, a análise ao perfil de um solo pode ser significativamente importante. Um solo é constituído por conjuntos de camadas, designados de horizontes, que são distintos entre si por apresentarem características físicas, química, biológicas e geológicas variáveis. Quando estes horizontes estão desordenados ou modificados significativamente, podem indiciar que o local foi remexido. No entanto, é necessário ter providências nesta análise, porque em zonas agrícolas os solos são constantemente renovados e alterados. Os principais horizontes de um solo, ordenados do topo para a base do perfil são (FAO, 2006):

- Horizonte H: formado por acumulação de matéria orgânica não decomposta ou parcialmente decomposta, inserido num ambiente saturado de água por longos períodos de tempo. É um horizonte representativo das turfas.
- Horizonte O: formado por acumulação de matéria orgânica não decomposta ou parcialmente decomposta, como folhas, raízes, musgos, líquenes, num meio

cujas saturação em água não ultrapasse mais do que alguns dias por ano. A fração mineral é uma pequena percentagem do volume deste material e geralmente bastante inferior a metade do seu peso.

- Horizonte A: horizonte mineral em que a estrutura petrográfica foi totalmente ou em grande parte destruída, não permitindo a identificação visual do complexo rochoso. Apresenta uma acumulação de matéria orgânica humificada, misturada com uma fração mineral. É identificável pois este horizonte possui uma cor escura. A morfologia deste horizonte resulta da atuação de processos pedogenéticos. É um horizonte representativo também das camadas condicionadas pelos trabalhos agrícolas ou pastorícios.
- Horizonte E: horizonte mineral caracterizado pela lixiviação de argilas silicatadas, compostos de ferro e de alumínio, ou húmus. O material residual é enriquecido em areia e silte, estando totalmente ou quase totalmente, destituído de estrutura petrográfica. Este horizonte é diferenciável do horizonte B na cor, por apresentar maiores valores de luminosidade (value) ou menores valores de saturação (chroma) e na textura pois é mais grosseiro.
- Horizonte B: horizonte mineral em que a estrutura petrográfica foi totalmente ou em grande parte destruída, não permitindo a identificação visual do complexo rochoso. Ocorre uma concentração iluvial de argilas, ferro, alumínio, húmus, carbonatos e sílica e uma concentração residual de sexquióxidos.
- Horizonte C: horizonte mineral composto por material não consolidado, relativamente pouco condicionado por processos pedogenéticos. Geralmente, a estrutura petrográfica é preservada, possibilitando a sua identificação visual do complexo rochoso.
- Horizonte R: horizonte constituído por rocha (granito, basalto, xisto, quartzito, etc). É compacto e duro, não possibilitando a escavação manual, mesmo estando húmido. Ocorrem regularmente fissuras que são preenchidas por materiais argilosos.

I.V Amostragem

Neste estágio, foram utilizadas amostras do litoral do Norte e Centro de Portugal Continental e algumas outras das ilhas dos Açores (São Miguel e Faial). As amostras do Norte e Centro de Portugal Continental foram colhidas pela professora e orientadora Alexandra Guedes e as das ilhas pela doutora e coorientadora Ana Assis, chefe da Secção de Físico-Química do Laboratório de Polícia Científica da Polícia Judiciária.

A amostragem está intimamente relacionada com os resultados de uma investigação forense. Se a amostragem for de boa qualidade os resultados da investigação serão mais fidedignos e plausíveis, podendo servir de “testemunho” no âmbito jurídico. Se a amostragem for de má qualidade, os resultados serão pouco credíveis e altamente questionados, não tendo um valor confiável numa investigação. Deste modo a amostragem na geologia forense deve ser devidamente planificada. O principal objetivo da amostragem de solos e sedimentos consiste na aquisição de informação de boa qualidade acerca destes materiais geológicos. Uma boa e planeada amostragem possibilita obter várias vantagens ao longo de uma investigação: (i) redução de custos e maior rapidez no apuramento dos resultados; (ii) minimiza os erros associados à recolha de informação; (iii) resolve o problema de estudar características que são de carácter destrutivo; (iv) maior profundidade na recolha de elementos. Quando a opinião e a experiência dos investigadores são usadas como critérios para seleccionar os elementos da população a incluir na amostra, a amostragem é denominada por amostragem determinística ou dirigida. Esta é a ideal em contexto de investigações forenses. Uma amostragem pode ser intitulada por amostragem aleatória ou casual quando qualquer um dos elementos da população pode entrar na amostra, segundo de uma probabilidade conhecida. Neste caso a amostragem pode ser aleatória simples sempre que a escolha de um determinado elemento não é influenciada pelos elementos já escolhidos. Esta metodologia de amostragem adequa-se melhor a situações em que se espera que a variabilidade espacial do fenómeno a estudar seja reduzida. Por outro lado, a amostragem pode ser aleatória estratificada quando é feita uma divisão da população do estudo em subpopulações, designadas por estratos. Este método revela-se útil quando é perceptível diferentes unidades e materiais numa cena de crime. A amostragem pode ainda ser compósita quando há uma mistura homogénea das várias amostras simples colhidas em vários pontos. Esta é utilizada principalmente quando se pretende obter apenas o valor médio de uma propriedade do solo.

Numa investigação forense existem diferentes tipos de amostras: (i) a amostra questionada é aquela que se desconhece a sua origem (ii) a amostra de comparação é

aquela que está relacionada com os suspeitos de um crime; (iii) a amostra de controlo é aquela que se conhece a sua proveniência, tempo e data; (iv) amostra de referência é aquela que está presente em base de dados, museus e coleções. Todas estas amostras devem ser recolhidas em recipientes limpos e de preferência de plástico e não em conteúdos metálicos nem de vidro para evitar possíveis contaminações. Numa cena de crime, as amostras devem ser recolhidas somente após terem sido fotografadas de vários planos e de se fotografar todo o local do crime, sendo também que deve ser amostrado o calçado das pessoas que vão efetuar a amostragem. Imediatamente após a recolha das amostras, deve-se proceder à identificação com a sua localização, data de recolha, tempo atmosférico, e todas outras informações que sejam pertinentes para a investigação. A rotulagem deve ser feita preferencialmente com uma simbologia simples para não induzir em erro outros investigadores que analisarão a amostra. A profundidade de amostragem depende do tipo de solo no local, podendo variar entre os 0 e os 5 cm e o número de amostras que devem ser recolhidas depende da dimensão e da heterogeneidade da área de solo na cena do crime e à sua volta, sendo que este número não deve ser inferior a 3 e deve aumentar com a complexidade do crime. Para sedimentos finos devem ser amostrados 10 cm³ e em amostras mais grosseiras cerca de 500g, a 2kg, quando se trata de cascalho.

Sendo a amostragem, parte fundamental de uma investigação forense, é necessário ter precauções e atenções para pequenos mas importantes detalhes. Um determinado material recolhido pode não ter a mesma cronologia do crime, por exemplo, a lama no interior de um automóvel pode resultar de um sapato que ficou sujo no local do crime ou da acumulação de sapatos sujos durante um período de tempo. As amostragens feitas para bases de dados não devem ser efetuadas em zonas remexidas, zonas de erosão, zonas de aluvião, nem em zonas com inclinações superiores a 10°. Uma inconveniência na amostragem para base de dados reside no facto de que podem ser utilizados diferentes equipamentos para uma propriedade de solos e sedimentos, numa mesma base de dados, o que interfere na fidelidade e objetividade dos resultados. Por outro lado, os principais obstáculos da amostragem na geologia forense estão na disponibilidade diminuta de material, bem como na não correspondência entre o amostrador e o investigador das evidências geológicas.

I.VI. Precisão de medição

Os equipamentos utilizados em investigações científicas e ou forenses requerem de vários testes de proficiência de trabalhos anteriores, de uma manutenção de boa qualidade e de uma correta calibração. Com estes requisitos, os resultados obtidos conseguem ser muito precisos e exatos. No entanto, todas as técnicas e equipamentos só são aceites e validados pela comunidade científica quando conciliam os conceitos de repetibilidade e reprodutibilidade. A repetibilidade é a capacidade de um operador consistentemente repetir a mesma medição, usando o mesmo medidor, sob as mesmas condições e obter resultados idênticos. A reprodutibilidade é a capacidade de um equipamento, usado por diferentes operadores, reproduzir consistentemente as mesmas medições, sob as iguais condições. Estatisticamente, se num determinado local, um conjunto de amostras possuírem um desvio padrão e um coeficiente de variação elevados, indica-nos que os resultados terão uma baixa reprodutibilidade e consequentemente uma fraca representatividade daquele local, e vice-versa. Na elaboração de base de dados, este é um aspeto relevante na análise de resultados (Pye & Blott, 2004).

II. Metodologias

II.I Preparação das amostras

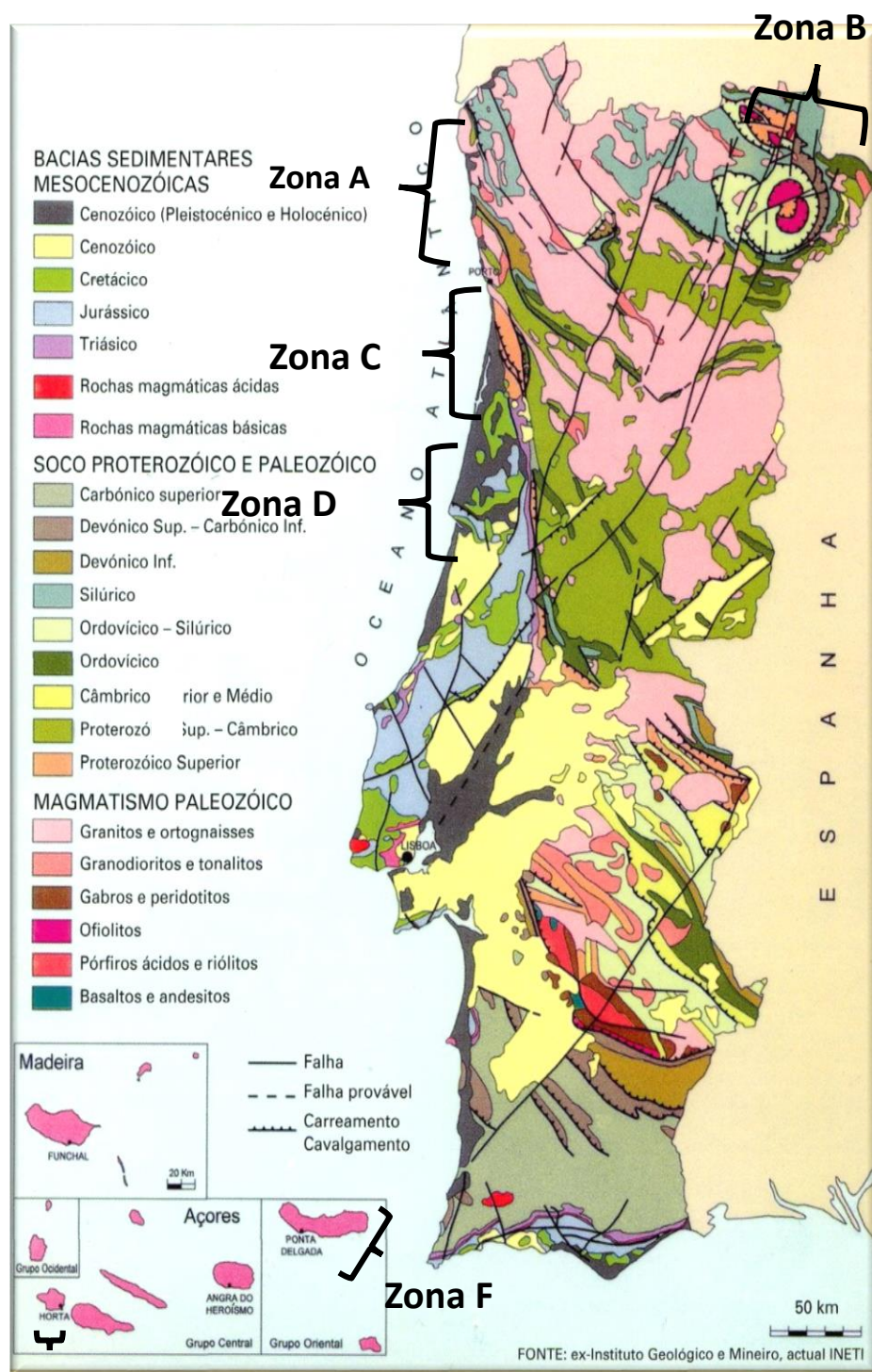
As 68 amostras utilizadas neste estudo foram recolhidas pela professora Alexandra Guedes, entre fevereiro de 2008 e março de 2011 (norte e centro de Portugal Continental) e pela doutora Ana Assis (Ilhas dos Açores).

Nessa altura, foram feitos duplicados de amostras para que futuros trabalhos, que é o caso deste, pudessem utilizar estes mesmos dados. Na FCUP, após selecionado os duplicados das amostras, procedeu-se ao quartilhamento, de modo a homogeneizar a amostra. Neste processo utilizou-se o método do cone, dividindo a amostra em quatro partes iguais e de seguida eliminando duas partes opostas, recolhendo as outras duas (uma arquivada na FCUP e a outra transportada para o LPC-PJ). As amostras foram armazenadas em sacos de plástico devidamente identificadas. No LPC-PJ, o primeiro passo a ser dado, foi a elaboração de uma ficha de caracterização de solos, que constituirá uma base de dados (anexo III). Esta ficha está organizada com os dados da amostra (nº amostra, local e data de recolha, coordenadas, autor da recolha, local de armazenagem e outras observações), o contexto geológico do local de amostragem, a caracterização macroscópica (peso, granulometria, calibragem, arredondamento, cor (escala de Munsell) e a caracterização analítica (pH, espectrofotometria, fluorescência de raios-X, suscetibilidade magnética). De seguida, foi criada uma nova nomenclatura para as amostras, de modo a uniformizar a base de dados, tendo transferido as amostras para frascos de plástico (fig.2).



Figura 2 – Frascos plásticos com as amostras.

Uma vez que as amostras estão dispersas por Portugal, foram organizadas amostras por 6 zonas: zona A, zona B, zona C, zona D, zona E, zona F (fig. 3). Desta forma é possível fazer um agrupamento de amostras por região e posteriormente efetuar comparações e discriminações entre elas. As características das amostras estão ilustradas na tabela 2.



Zona E Figura 3 – Localização das amostras - mapa geológico de Portugal.

Tabela 2 – Características das amostras.

Amostra	Local	Coordenadas	Data de recolha	Carta geológica	Caracterização da amostra
N-Afi-1	Afife	41,77454 N 8,87238 W	-	5-A (1:50 000)	Areia de praia
N-Afi-2		41,77433 N 8,87172 W			Areia de duna
N-Azu-1	Azurara	41,33978 N 8,74438' W	-	9-A (1:50 000)	Areia de duna
N-Azu-2		41,33676 N 8,74107 W			
N-Azu-3		41,33676 N 8,74107 W			
N-Azu-4		41,33676 N 8,74107 W			
N-Cab-1	Cabedelo	40,13811 N 8,86204 W	-	9-C (1:50 000)	Areia de duna
N-Cab-2		41,13891 N 8,66460 W	janeiro 2009		Areia de praia
N-Cab-3		41,13891 N 8,66460 W	setembro 2009		Areia de praia
N-Cab-4		41,13891 N 8,66460 W	janeiro 2010		Areia de praia
N-Espi-1	Espinho	41,03100 N 8,64540 W	-	13-A (1:50 000)	Areia de duna
N-Espi-2		41,03154 N 8,64592 W			Areia de praia
N-Espo-1	Esposende	40,53191 N 8,78935 W	-	5-C (1:50 000)	Areia de rio
N-Espo-2		41,53219 N 8,79031 W			Areia de duna
N-Espo-3		41,53245 N 8,79119 W			Areia de praia
N-Espo-4		41,52959 N 8,79074 W			Areia de duna
N-Fan-1	Fânzeres	41,12906 N 8,51966 W	-	9-C (1:50 000)	Solo xistento
N-FRN-1	Foz Rio Neiva	41,60962 N 8,80902 W	-	5-C (1:50 000)	Areia de praia
N-FRN-2		41,61140 N 8,80949 W			Areia de praia
N-FRN-3		41,61140 N 8,80886 W			Areia de duna
N-FRN-4		41,60887 N 8,80800 W			Areia de duna
N-Gim-1	Gimonde	41,49080 N 6,39030 W	-	2 (1:200 000)	Solo xistento

N-Min-1		41,31654 N 8,73873 W	Novembro 2008		Areia de duna
N-Min-2	Mindelo	41,31654 N 8,73873 W	Junho 2009	9-A (1:50 000)	Areia de duna
N-Min-3		41,31654 N 8,73873 W	Agosto 2009		Areia de duna
N-MC-1	Monte Crasto	41,14169 N 8,53605 W	-	9-C (1:50 000)	Solo granítico
N-MC-2		41,14258 N 8,53644 W			Solo granítico
N-Ptl-1	Portelo	41,56160 N 6,42420 W	-	2 (1:200 000)	Solo
N-Sgr-1	Salgueiros	41,55351 N 7,69238 W	-	2 (1:200 000)	Solo
N-Val-1	Valbom	41,12945 N 8,55485 W	-	9-C (1:50 000)	Solo xistento
N-VM-1	Vila Meã	41,49880 N 6,35180 W	-	2 (1:200 000)	Solo
N-VdC-1	Viana do Castelo	41,67959 N 8,83340 W	-	5-A (1:50 000)	Areia de praia
N-VdC-2		41,67974 N 8,83335 W			Areia de duna
N-VdC-3		41,67806 N 8,83079 W			Areia de duna
N-VdC-4		41,67864 N 6,82969 W			Areia de duna
N-VdC-5		41,68008 N 6,83303 W			Areia de duna
N-VNdG-1	Vila Nova de Gaia	41,12683 N 8,64037 W		9-C (1:50 000)	Solo
N-VNdG-2		41,12668 N 8,63994 W			Solo
N-VNdG-3		41,12640 N 8,66733 W			Areia de praia
C-Bal-1	Baleal	39,36663 N 9,33998 W	-	26-C (1:50 000)	Areia de praia
C-Bal-2		39,36653 N 9,33941 W			Areia de duna
C-Can-1	Cantanhede	40,32671 N 8,84563 W	-	19-A (1:50 000)	Areia de praia
C-Can-2		40,32660 N 8,84509 W			Areia de duna
C-FdF-1	Figueira da Foz	40,16317 N 8,87622 W	-	19-CC (1:50 000)	Areia de praia
C-FdF-2		40,17837 N 8,90496 W			Solo carbonatado
C-FdF-3		40,17748 N 8,90089 W			Solo de falésia

C-FdF-4		40,14885 N 8,86980 W		19-C (1:50 000)	Areia de duna
C-Mira-1	Mira	40,49071 N 8,79181 W	-	16-C (1:50 000)	Areia de duna
C-Mira-2		40,49081 N 8,79098 W			Areia de praia
C-Naz-1	Nazaré	39,58323 N 9,08090 W	-	26-B (1:50 000)	Areia de praia
C-Naz-2		39,58282 N 9,08033 W			Areia de duna
C-Ped-1	Pedrógão	39,92853 N 8,94835 W	-	22-B (1:50 000)	Areia de duna
C-Ped-2		39,92889 N 8,94897 W			Areia de praia
C-Qui-1	Quiaios	40,22183 N 8,89060 W	-	19-AC (1:50 000)	Areia de duna
C-Qui-2		40,22196 N 8,89139 W			Areia de praia
C-SMP-1	São Martinho do Porto	39,50410 N 9,13690 W	-	26-B (1:50 000)	Areia de duna
C-SPM-1	São Pedro de Moel	39,77109 N 9,02742 W	-	22-D (1:50 000)	Areia de praia
C-SPM-2		39,77033 N 9,02702 W			Areia de duna
I-Fai-1		38,54306 N 28,62006 W			Solo
I-Fai-2	Ilha Faial	38,52870 N 28,74751 W	-	Portugal (1:1 000 000)	Areia de praia
I-Fai-3		38,52854 N 28,62889 W			Solo
I-SM-1		37,75055 N 25,61833 W			Areia de praia
I-SM-2		37,76861 N 25,33138 W			Solo
I-SM-3	Ilha São Miguel	37,77055 N 25,33000 W	-	Portugal (1:1 000 000)	Solo
I-SM-4		37,85944 N 25,85222 W			Areia de praia
I-SM-5		37,75583 N 25,65777 W			Solo
I-SM-6		37,75388 N 25,60861 W			Solo

II.II Análise macroscópica

O contacto visual com as amostras é extremamente importante numa caracterização de solos, uma vez que é possível detetar informações relevantes sem recorrer às técnicas analíticas, num curto espaço de tempo. A presença de matéria orgânica, de mineralizações, de fibras e outros materiais pode ser identificada a olho nu. No entanto, esta análise é subjetiva já que os resultados obtidos podem ser diferentes de operador para operador.

Para todas as amostras foram anotados a pesagem, a classificação granulométrica, a calibragem e a morfologia dos grãos. Foi também feita a análise visual da cor através das cartas de Munsell.

II.III pH

A análise do pH foi realizada numa hotte, de um laboratório do LPC-PJ. Num gobelé, adicionou-se uma pequena quantidade de solo, juntamente com água destilada. Depois de misturado e do misto ter repousado, mediu-se o pH com a fita indicadora, auxiliado por uma escala de cores (fig. 4).



Figura 4 – Análise do pH.

II.IV Microespectrofotometria

A terceira análise realizada foi referente à cor das amostras utilizando o microespectrofotómetro TIDAS S MSP (fig. 5). O microespectrofotómetro consiste num espectrofotómetro acoplado a um microscópio. Este equipamento foi construído para que as ciências forenses pudessem usufruir de uma alta e sofisticada precisão de análise. O microespectrofotómetro tem uma sensibilidade de medição muito grande, podendo fazer medições em curtos espaços de tempo. Detém de uma imagem de vídeo, realiza a medição de reflexão em campos claros e campos escuros, mede a fluorescência e a polarização e ainda pode ser combinado com diferentes microscópios. Os estudos em alcance ultravioleta e a polarização são características opcionais que dependem da configuração selecionada no microscópio. Como alvo de teste, escolheu-se três amostras aleatórias, que não sofreram qualquer tipo de preparação. Numa caixa de Petri, colocou-se uma pequena quantidade de amostra e efetuou-se a medição no equipamento, com as objetivas de 5x, 10x e 20x. Recorreu-se a uma placa de sulfato de bário para efetuar a calibração do branco e definiu-se que a intensidade de luz seria na grandeza de 80%. Os softwares utilizados nesta técnica foram o Tidasvison (captação), o Tidasdaq (medição) e o Panorama3 (tratamento de dados).

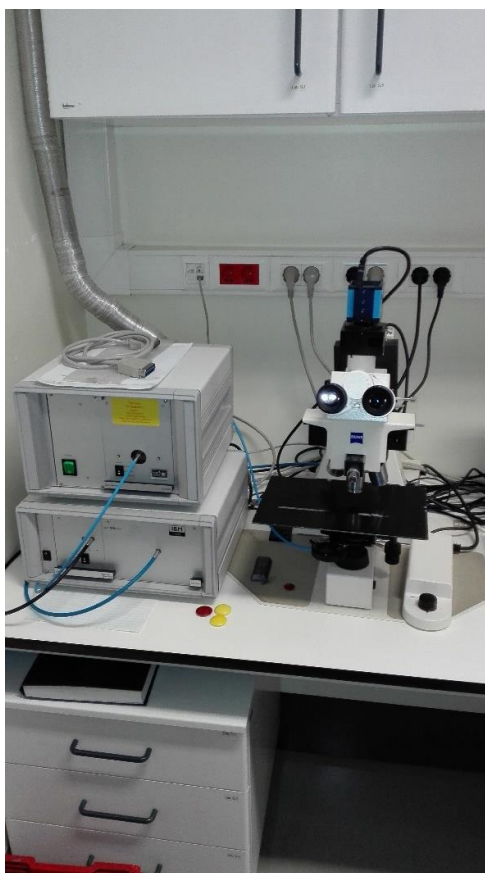


Figura 5 – Microespectrofotómetro TIDAS S MSP do LPC.

II.V. Espectrofotometria

Esta análise feita elaborada no LPC e também na FCUP sendo alusiva à cor com o espectrofotómetro Konica Minolta CM-2600d (fig. 6). As amostras foram embrulhadas por uma película transparente para tornar uma área de contacto com o equipamento mais regular. Foram feitas 3 medições por amostra, estando o espectrofotómetro configurado com uma área de medição de 0.3mm de diâmetro, com a componente especular incluída e com um ângulo de observação de 10°. Antes de se efetuar a medição, o equipamento deve ser calibrado quer positivamente, quer negativamente, de acordo com as instruções do fabricante. O espectrofotómetro foi conectado a um PC e ao abrigo do programa SpectraMagic NX foram armazenados os devidos resultados. As vantagens desta técnica com este espectrofotómetro portátil são a sua rapidez de análise, exatidão e fidedignidade de resultados, alta reprodutibilidade, necessita de uma pequena quantidade de amostra, pode ser aplicada in situ e é não destrutiva (Guedes et al, 2009).



Figura 6 – Espectrofotómetro portátil Konica Minolta CM-2600d.

II.VI. Suscetibilidade magnética

A análise da suscetibilidade magnética foi realizada na FCUP. Foram feitas 10 medições por amostra e a análise perante esta técnica não necessita de preparação prévio, de modo que as medições foram feitas, tal e qual. Uma vez que esta técnica sofre interferências de materiais metálicos e eletrónicos, a análise foi feita no jardim ao

ar livre da FCUP, para evitar perturbações nos resultados. O equipamento utilizado neste estudo é o suscetibilímetro portátil KT-10 (fig. 7), adquirido pela FCUP. Este instrumento apresenta uma boa repetibilidade e tem um alcance de medição entre os 0.001×10^{-3} e os 1999.99×10^{-3} . As vantagens desta técnica e deste equipamento para fins forenses incidem na possibilidade de efetuar medições in situ sem que seja necessário a preparação da amostra, na pouca quantidade necessária de amostra para análise, na simplicidade e rapidez de medição e por apresentar um caráter não destrutivo (www.terraplus.ca/index.aspx).



Figura 7 – Suscetibilímetro portátil KT-10.

II.VII. Fluorescência de raios-X

A análise referente à espectroscopia de fluorescência de raios-X foi abordada com o espectrómetro portátil X-MET 7000 da Oxford Instruments (fig. 8). O protocolo utilizado nesta técnica consistiu numa fase inicial em quartilhar a amostra pelo método do cone, e consequentemente obter uma homogeneização da amostra. Posteriormente, colocou-se a amostra na capsula de medição, tendo como princípio de igualdade cobrir o fundo da cápsula até esta não ser visível. Foi feito apenas uma medição por amostra e os resultados obtidos foram guardados em formato .txt, que mais tarde haveriam de sofrer um tratamento estatístico. Este equipamento também forneceu espectros de

fluorescência de raios-X das amostras, sendo que foram igualmente guardados para que futuramente possam ser reutilizados noutros trabalhos de investigação. O espectrómetro portátil de fluorescência de raio-X X-MET 7000, adquirido pela FCUP pode ter várias aplicações desde a análise de solos, análise de metais preciosos, mapeamento de minas, etc. Este instrumento tem uma gama de medição desde o potássio (K) até ao urânio (U) e tem a possibilidade de armazenamento (100 000 amostras) e download dos resultados para PC, USB, bluetooth e wireless (www.oxford-instruments.com). Apresenta um design leve, compacto e robusto e a duração da bateria é entre as 10h e 12h. O facto deste equipamento ser de carácter não destrutivo, não necessitar preparação da amostra e poder ser utilizado in situ, revela-se bastante útil e prático na geologia forense.



Figura 8 – Kit espectrómetro portátil de fluorescência de raios-X X-MET 7000.

II.VIII. Análise estatística

Uma análise estatística tem como objetivo agrupar um conjunto de dados com origens diferentes e correlacioná-los de maneira a tentar obter uma visualização mais elucidativa e racional do global dos dados. A análise estatística utilizada neste trabalho foi a de clusters, sendo esta útil quando a amostra não é homogénea. O método escolhido para analisar o conjunto de dados deste trabalho foi o “método de Ward”. Este consiste na formação de um agrupamento hierárquico no qual a medida de similaridade usada para juntar agrupamentos é calculada como a soma de quadrados entre os dois agrupamentos feita sobre todas as variáveis. Tende a resultar em agrupamentos de tamanhos aproximadamente iguais devido à sua minimização de variação interna. Em cada estágio, combinam-se os dois agrupamentos que apresentarem menor aumento na soma global de quadrados dentro dos agrupamentos (Hair et al, 2005). As variáveis utilizadas neste tratamento estatístico foram a cor, a suscetibilidade magnética e a fluorescência de raios-X. Daí resultaram combinações entre estas variáveis, tendo sido originados quatro dendrogramas: i) cor; ii) cor com a fluorescência de raios-X; iii) cor com a suscetibilidade magnética; iv) cor com a suscetibilidade magnética e com a fluorescência de raios-X.

III. Resultados e discussão

III.I Microespectrofotometria

O objetivo da utilização do microespectrofotómetro TIDAS S MSP era verificar a viabilidade de análise de amostras de solos e sedimentos. Constatou-se que esta técnica, aplicada neste tipo de dados geológicos, não é apropriada nem: a análise é pontual, abrangendo uma pequena quantidade de amostra, o que torna os resultados consequentes pouco representativos. O equipamento encontra-se devidamente calibrado para os fins que o LPC-PJ necessita, sendo impossível o ajuste do mesmo para análises destes materiais geológicos como é o caso da objetiva X20. A morfologia irregular das amostras concebe deformações aos espetros, tornando-os pouco representativos para o seu propósito. Após feitas várias análises teste (figuras 9-15) verificou-se que os espetros apresentavam várias irregularidades e com muito “ruído”. Quando repetidas, os espetros mostraram ser distintos, o que não viabiliza a identificação de amostras de solos.

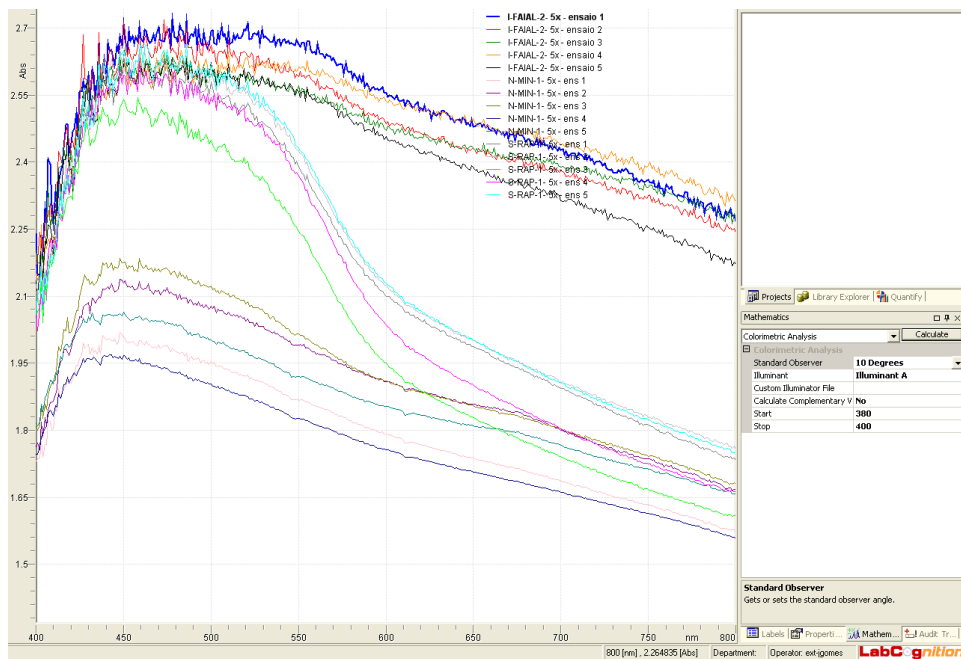


Figura 9 - Análise teste com 3 amostras numa objetiva x5.

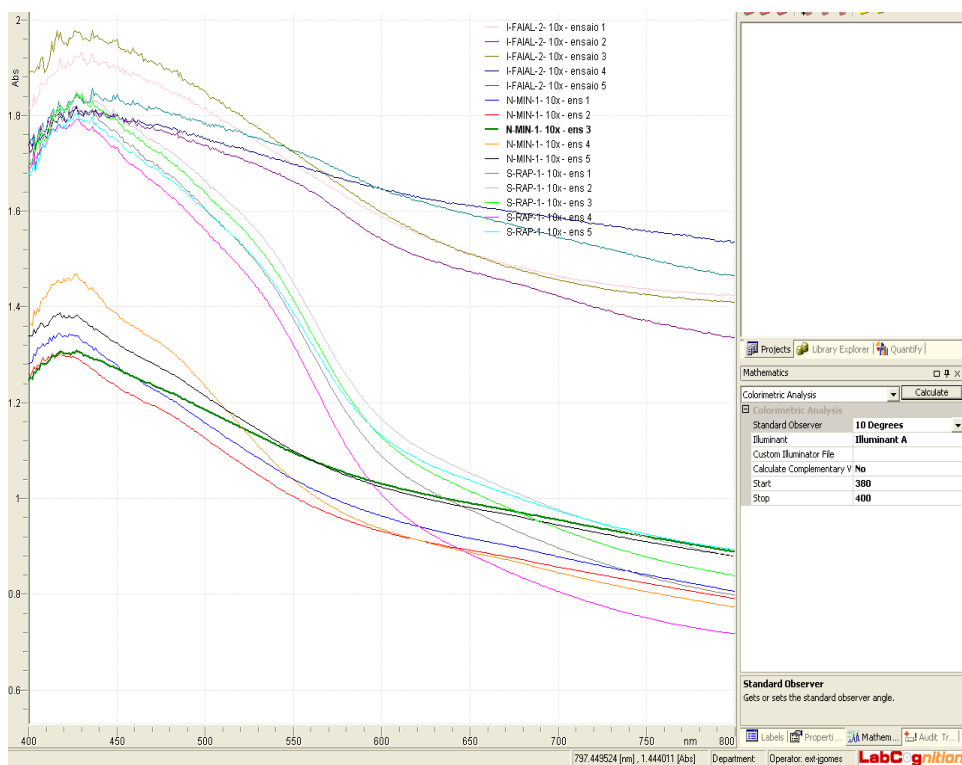


Figura 10 - Análise teste com 3 amostras numa objetiva x10.

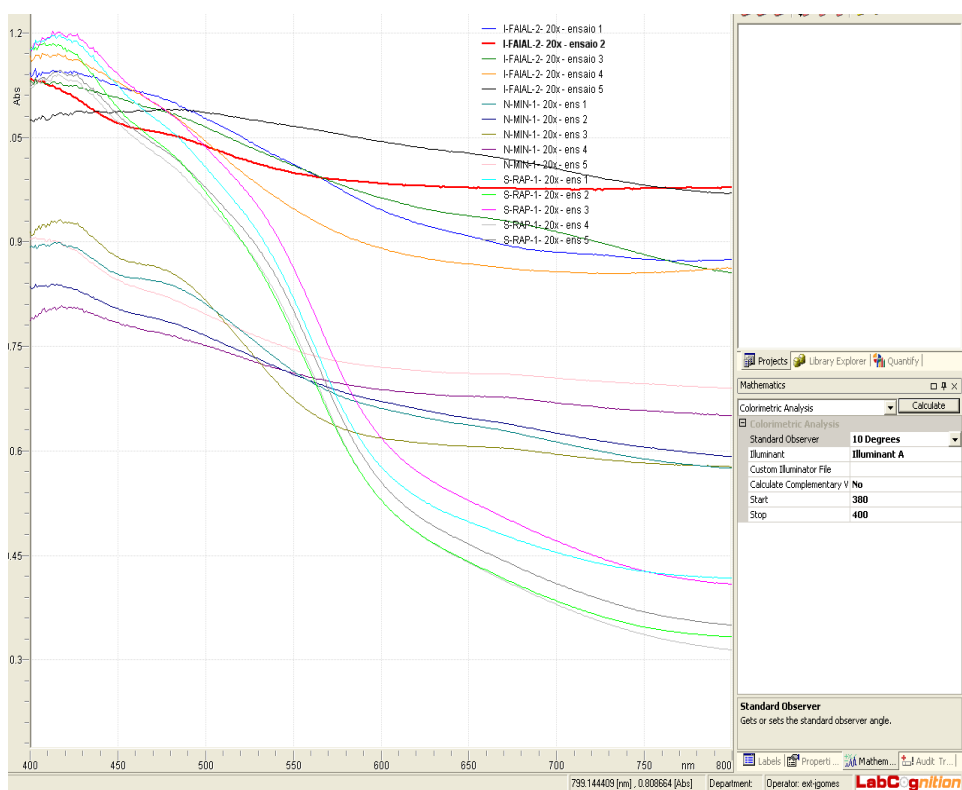


Figura 11 - Análise teste com 3 amostras numa objetiva x20.

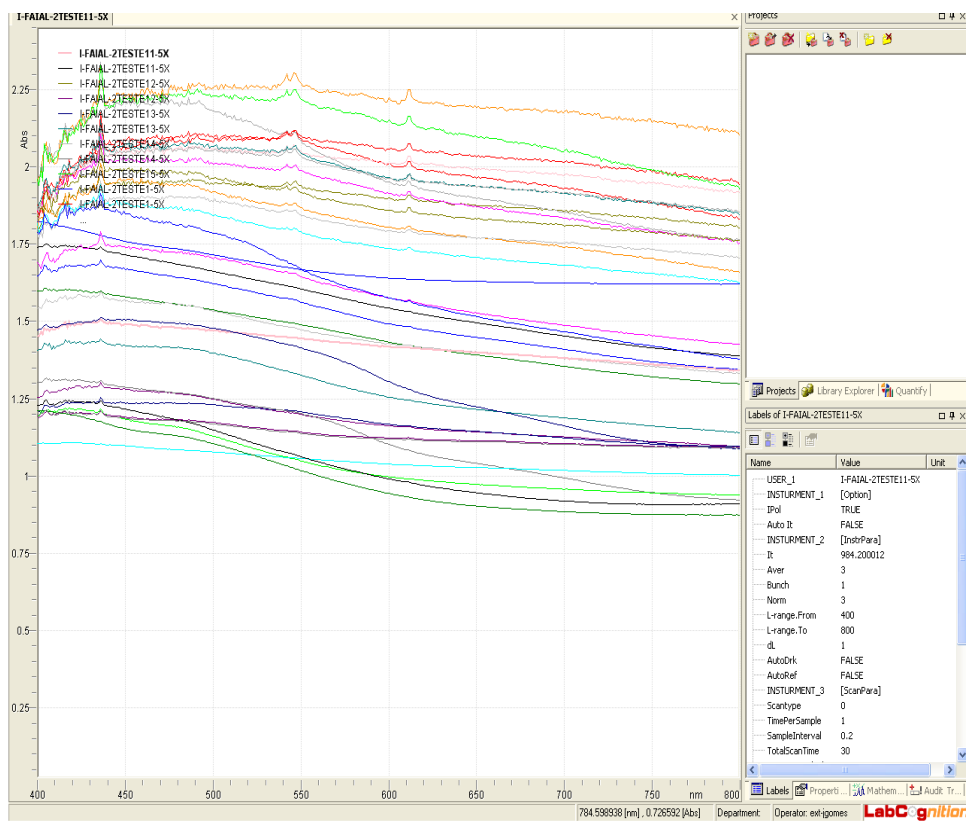


Figura 12 - Análise teste com 1 amostra numa objetiva x5.

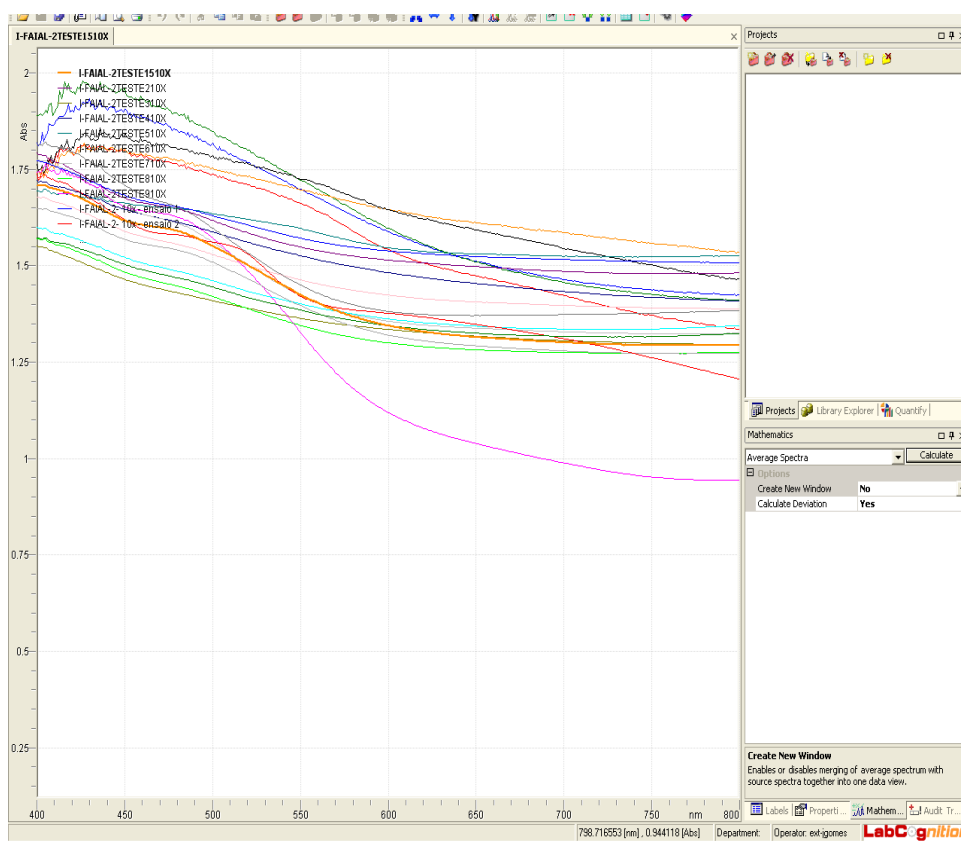


Figura 13 - Análise teste com 1 amostra numa objetiva x10.

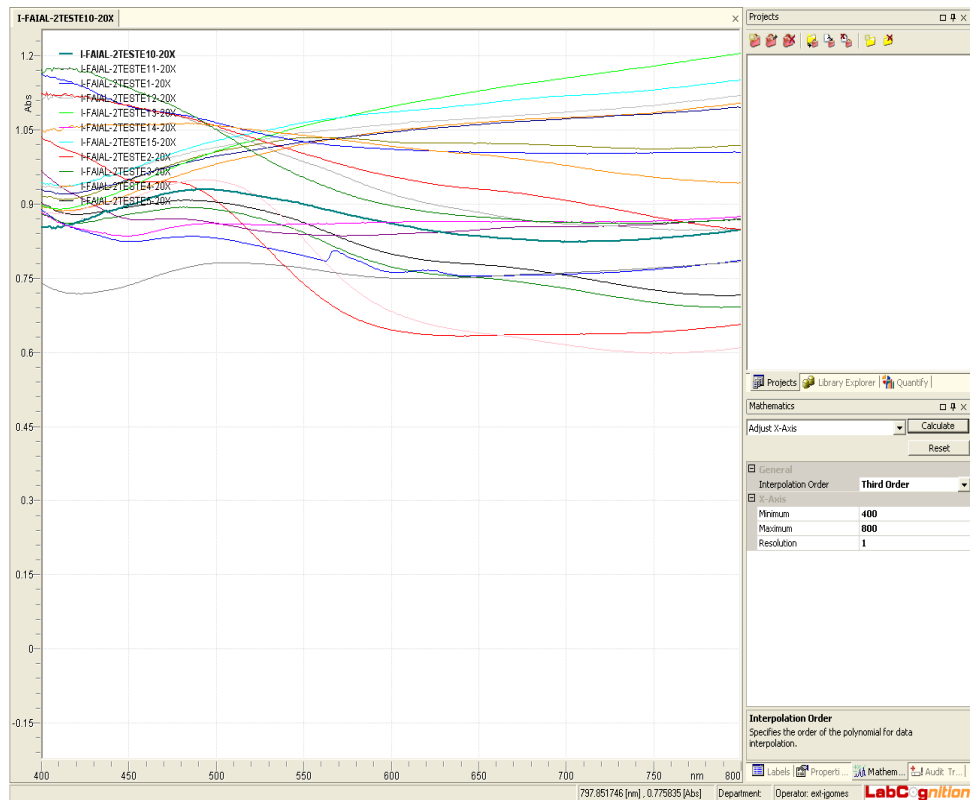


Figura 14 - Análise teste com 1 amostra numa objetiva x20.

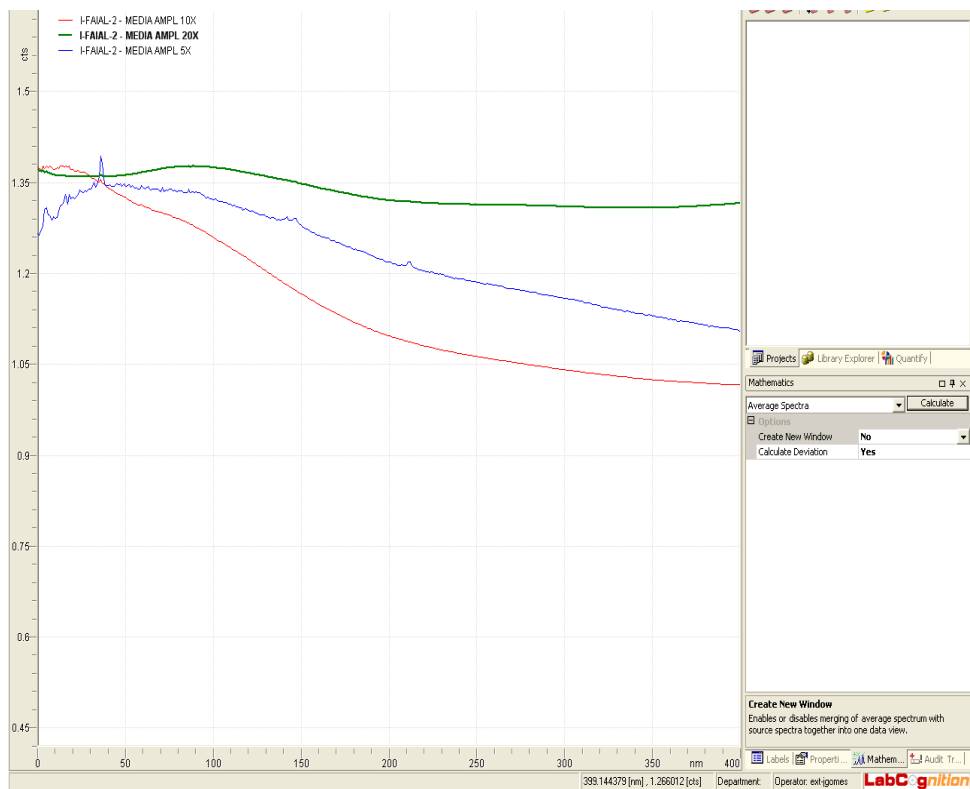


Figure 15 - Média de análises de 1 amostra nas objetivas x5, x10 e x20.

III.II Espectrofotometria

As análises de espectrofotometria permitiram determinar a cor das diferentes amostras no sistema $L^*a^*b^*$ e os dados das suas refletâncias. A tabela (3) indica os valores das médias das coordenadas cromáticas $L^*a^*b^*$ obtidas pelo espectrofotómetro portátil Konica Minolta CM-2600d em todas as amostras analisadas, assim como os respetivos desvios padrão e coeficientes de variação.

Tabela 3 - Valores das médias, desvios padrões e coeficientes de variação de $L^*a^*b^*$.

Amostra	L^*	dp	cv	a^*	dp	cv	b^*	dp	cv
N-Afi-1	64.53	1.20	1.83	2.15	0.25	11.66	9.85	0.46	4.69
N-Afi-2	62.20	0.20	0.32	2.51	0.19	7.38	11.21	0.60	5.38
N-Azu-1	64.22	0.37	0.58	3.66	0.19	5.12	13.75	0.77	5.60
N-Azu-2	65.90	1.74	2.64	3.52	0.59	16.72	11.67	1.06	9.09
N-Azu-3	57.35	2.50	4.35	2.74	0.38	13.72	9.07	0.42	4.69
N-Azu-4	62.37	1.16	1.86	3.78	0.16	4.11	13.39	0.84	6.29
N-Cab-1	69.31	0.40	0.57	3.58	0.29	8.20	13.47	0.51	3.79
N-Cab-2	55.51	3.11	5.61	3.07	0.20	6.60	10.77	0.76	7.07
N-Cab-3	55.02	3.50	6.36	3.11	0.69	22.20	10.49	1.23	11.69
N-Cab-4	58.10	1.59	2.73	3.46	0.28	8.09	12.46	0.92	7.35
N-Espi-1	51.45	0.98	1.91	3.67	0.16	4.22	11.91	0.61	5.08
N-Espi-2	61.52	0.02	0.03	2.93	0	0	10.56	0.02	0.16
N-Espo-1	57.06	7.42	13.00	2.52	1.42	56.58	10.09	3.31	32.76
N-Espo-2	64.25	0.75	1.17	3.05	0.23	7.66	12.67	0.47	3.72
N-Espo-3	66.41	2.35	3.54	3.35	0.43	12.83	12.18	1.12	9.22
N-Espo-4	56.71	9.52	16.78	2.87	0.23	7.91	11.99	0.32	2.66
N-Fan-1	57.39	0.50	0.88	6.99	0.03	0.46	18.07	0.15	0.82
N-FRN-1	60.29	1.72	2.85	2.63	0.62	23.39	9.63	1.18	12.30
N-FRN-2	61.41	2.41	3.92	3.58	0.36	10.10	11.33	0.83	7.28
N-FRN-3	59.32	2.37	4.00	4.12	1.06	25.81	12.72	3.18	25.04
N-FRN-4	53.57	1.46	2.73	3.62	0.22	6.12	11.36	0.21	1.86
N-Gim-1	57.25	1.06	1.85	4.33	0.03	0.71	17.07	0.31	1.82
N-Jov-1	59.62	0.41	0.69	7.99	0.10	1.23	19.12	0.69	3.61

N-MC-1	60.41	0	0	5.03	0.07	1.31	13.47	0.09	0.65
N-MC-2	56.13	0.61	1.09	5.63	0	0	13.70	0.02	0.11
N-Min-1	57.77	1.34	2.31	4.06	0.44	10.78	14.59	0.64	4.39
N-Min-2	58.04	2.23	3.85	4.14	0.32	7.81	14.46	1.04	7.19
N-Min-3	56.64	1.84	3.25	4.61	0.06	1.19	14.77	0.82	5.55
N-Ptl-1	55.81	0.98	1.76	2.18	0.15	6.97	11.25	0.55	4.90
N-Sgr-1	52.68	12.61	23.93	5.05	0.43	8.49	17.52	0.50	2.84
N-Val-1	57.02	1.45	2.54	6.80	0.09	1.27	16.92	0.22	1.32
N-VdC-1	56.13	1.70	1.01	1.25	0.22	17.36	7.15	0.22	3.07
N-VdC-2	57.92	1.61	2.78	1.64	0.03	1.53	9.08	0.49	5.42
N-VdC-3	58.73	3.00	6.11	1.53	0.12	7.97	8.53	0.09	1.02
N-VdC-4	63.24	2.10	3.32	2.91	0.13	4.30	12.03	0.84	7.00
N-VdC-5	57.33	1.35	2.35	2.67	0.30	11.20	10.95	0.40	3.64
N-VM-1	65.06	0.93	1.43	3.73	0.06	1.48	17.13	0.13	0.76
N-VNdG-1	50.33	0.96	1.91	5.10	0.02	0.45	13.89	0.24	1.75
N-VNdG-2	46.14	6.95	15.05	6.66	0.72	10.75	15.47	1.39	8.97
N-VNdG-3	63.32	0.71	1.12	4.24	0.42	10.03	15.08	1.32	8.75
C-Bal-1	69.90	3.12	4.47	4.16	0.16	3.74	13.70	1.01	7.35
C-Bal-2	70.52	0.50	0.71	4.15	0.41	3.42	13.88	0.56	4.00
C-Can-1	68.36	0.39	0.57	3.77	0.60	15.80	13.33	1.15	8.67
C-Can-2	70.00	0.50	0.71	3.55	0.67	18.97	12.44	2.76	22.21
C-FdF-1	66.73	0.79	1.18	4.32	0.40	9.33	15.59	1.37	8.77
C-FdF-2	48.01	7.32	15.24	5.30	0.38	7.17	14.06	1.77	12.59
C-FdF-3	56.25	0.24	0.42	8.20	0.28	3.46	18.31	0.91	4.94
C-FdF-4	67.03	0.91	1.35	3.98	0.63	15.78	14.50	1.10	7.59
C-Mira-1	67.71	1.29	1.91	3.23	0.24	7.35	12.60	0.49	3.89
C-Mira-2	69.21	1.14	1.65	3.60	0.34	9.49	13.42	0.91	6.78
C-Naz-1	66.74	1.45	2.17	5.19	0.87	16.72	16.27	2.54	15.62
C-Naz-2	59.82	1.38	2.31	4.05	0.53	13.07	14.22	0.81	5.73
C-Ped-1	69.50	3.20	4.60	3.53	0.24	6.84	13.34	0.51	3.81
C-Ped-2	69.85	1.62	2.12	3.36	0.22	6.57	13.09	0.78	5.95
C-Qui-1	61.33	0.92	1.50	3.89	0.16	4.08	13.52	0.25	1.87
C-Qui-2	67.16	2.15	3.20	3.52	0.42	11.83	13.07	1.74	11.28

C-SMP-1	61.49	1.04	1.68	5.50	0.04	0.73	15.79	0.41	2.57
C-SPM-1	65.35	2.23	3.41	4.28	0.17	3.98	14.66	0.65	4.41
C-SPM-2	67.96	2.06	3.03	4.34	0.55	12.77	15.11	1.26	8.36
I-Fai-1	37.91	6.32	16.67	5.15	0.48	9.24	8.36	0.91	10.88
I-Fai-2	59.61	0.29	0.49	1.32	0.11	8.60	3.73	0.52	14.00
I-Fai-3	52.77	1.05	1.99	10.15	0.18	1.74	26.38	0.59	2.22
I-SM-1	33.52	0.89	2.66	1.43	0.27	18.54	3.27	0.69	21.21
I-SM-2	41.31	0.68	1.63	3.63	0.19	5.33	9.33	0.68	7.28
I-SM-3	37.42	2.33	6.22	3.03	0.40	13.30	7.99	1.04	13.04
I-SM-4	43.25	3.14	7.27	1.10	0.12	10.48	4.93	1.44	29.18
I-SM-5	36.47	0.29	0.79	3.00	0.28	9.35	6.67	0.83	12.39
I-SM-6	49.43	2.74	5.55	4.91	0.20	4.07	15.07	0.94	6.25

Através destas médias foi possível construir com as respetivas coordenadas $L^*a^*b^*$ três gráficos. O primeiro gráfico (figura 16), relativo às coordenadas L^*a^* apresenta valores de L^* entre 33.52 e 70.52 (I-SM-1 e C-Bal-2, respetivamente) e valores de a^* entre 1.10 e 10.15 (I-SM-4 e I-Fai-3, respetivamente). Os valores de a^* são todos positivos o que indica que as amostras estão localizadas na zona de tonalidades dos vermelhos. As amostras com L^* mais alto são maioritariamente da zona d, sendo que há duas amostras que estão afastadas do núcleo desta zona. Uma delas é a amostra C-FdF-2 que corresponde a um solo com um encaixante carbonatado. A outra é a amostra C-FdF-3 que corresponde a um solo de falésia. Relativamente à zona c, existem amostras com um valor de a^* superior a 5 que se caracterizam por serem solos, em contraste os valores de a^* inferiores a 5 são areias de praia. As amostras com L^* mais baixos são referentes à ilha dos Açores (São Miguel).

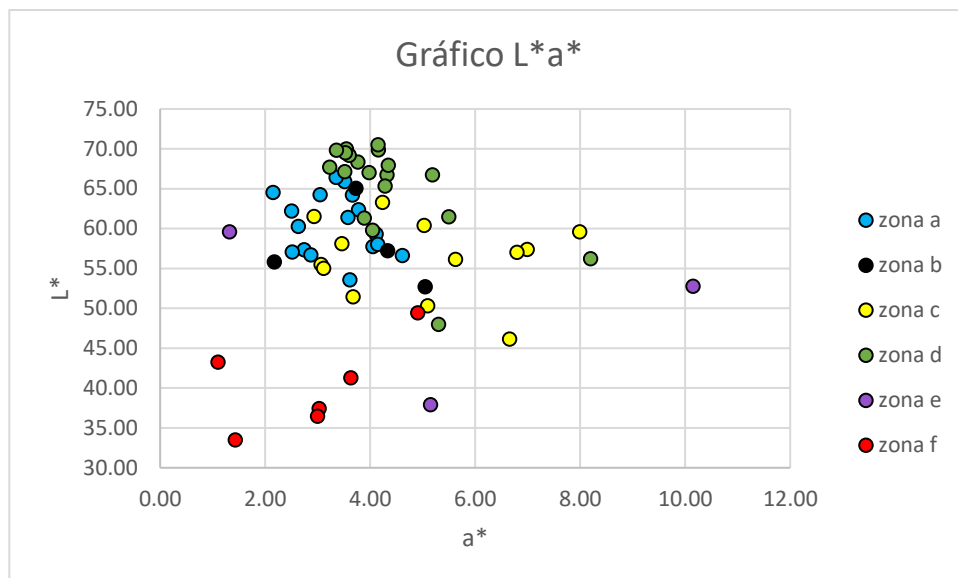


Figura 16 - Gráfico de amostras com coordenadas espectralométricas L*a*.

O segundo gráfico (figura 17) relativo às coordenadas L*b* apresenta valores de b* entre 3.27 e 26.38 (I-SM-1 e I-Fai-3, respetivamente). As duas amostras da zona d que mais se distanciam do aglomerado de amostras são precisamente as mesmas referenciadas no gráfico anterior, (C-FdF-2 e C-FdF-3). Relativamente à zona c, as amostras com b* superior a 15 são solos, enquanto que as restantes são maioritariamente areias de praia. As amostras das Ilhas dos Açores possuem valores cromáticos bem distintos das amostras de Portugal Continental, à exceção da amostra (I-SM-6).

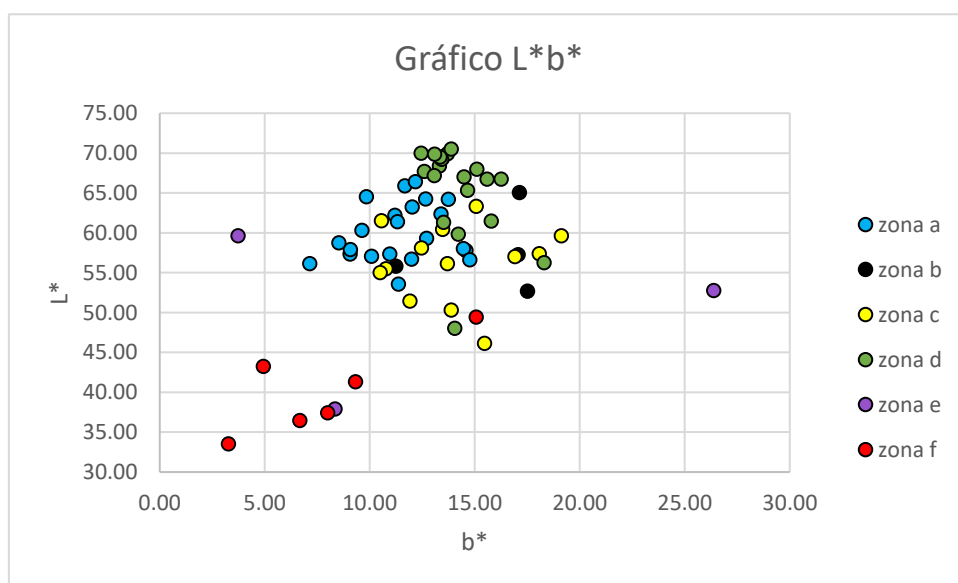


Figura 17 - Gráfico de amostras com coordenadas espectralométricas L*b*.

O terceiro gráfico (figura 18) relaciona as coordenadas a^* e b^* , sendo que de todos gráficos é o que apresenta pior discriminação entre as zonas de amostras. Existe um grande aglomerado situado entre 2 e 4 (valores de a^*) e 10 e 15, (valores de b^*). As zonas mais distintivas deste gráfico são a zona “e” e zona “f”, correspondendo às ilhas dos Açores.

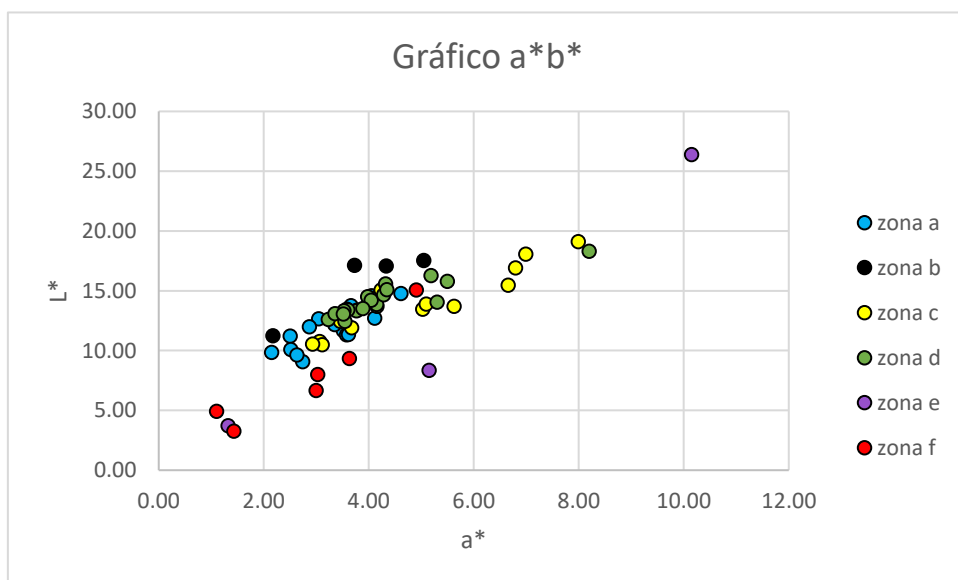


Figura 18 - Gráfico de amostras com coordenadas espectrofotométricas a^*b^* .

Através dos dados das refletâncias de cada amostra foi possível elaborar espectros de refletância correspondendo às zonas de amostras pré estabelecidas (figura 19). Torna-se assim possível distinguir cada zona de amostra, uma vez que os espectros são notoriamente diferentes. Os valores de refletância mais elevados correspondem à zona d, enquanto que os valores mais baixos correspondem à zona f.

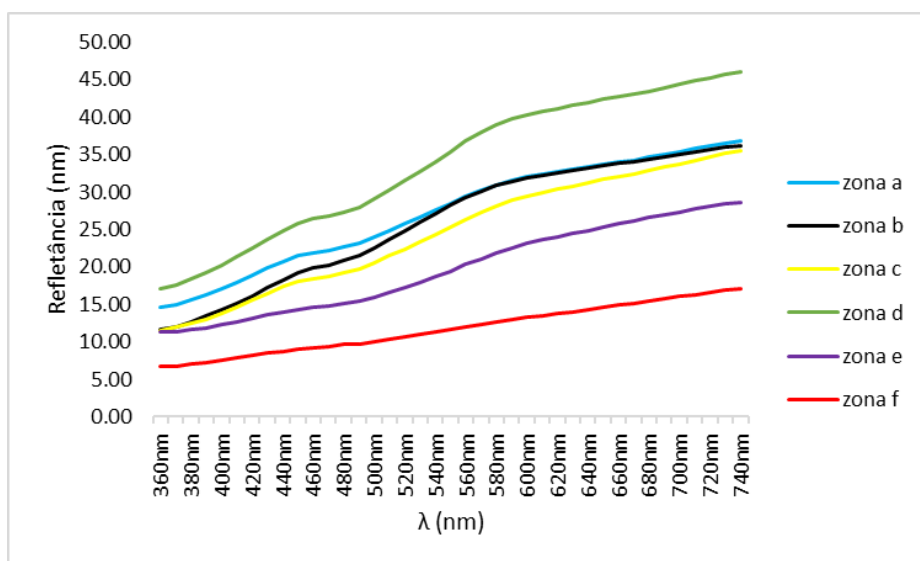


Figura 19 - Espectros de refletâncias das zonas de amostras.

III.III. Suscetibilidade magnética

A suscetibilidade magnética das amostras foi analisada através do suscetibilímetro portátil KT-10, evidenciando que os valores de suscetibilidade magnética estão compreendidos entre $0.012 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$ e $2.80 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$, correspondendo às amostras C-Mira-2 e N-Fan-1, respetivamente. Os valores mais altos são maioritariamente solos, à exceção das amostras N-Azu-3 e N-FRN-1, sendo que estas são concentrados contendo minerais pesados. Os valores de suscetibilidade, média, desvio padrão e coeficiente de variação estão ilustrados na tabela 4.

Com a elaboração do gráfico (figura 20) é possível constatar que não há uma zona que se destaque exclusivamente pela sua suscetibilidade magnética. No entanto, e tal como acima foi referido, as amostras de solos são bem diferenciadas das amostras de areias de praia, pois apresentam valores de suscetibilidade magnética bastante superiores.

Tabela 4 - Valores das médias, desvios padrões e coeficientes de variação da suscetibilidade magnética.

Amostra	Média	Dp	Cv (%)	Amostra	Média	Dp	Cv (%)
N-Afi-1	0.198	0.044	22,390	N-VdC-1	0.564	0.025	4.449
N-Afi-2	0.239	0.030	12,770	N-VdC-2	0.433	0.073	16.895
N-Azu-1	0.123	0.009	7,602	N-VdC-3	0.603	0.077	12.833
N-Azu-2	0.069	0.008	11,932	N-VdC-4	0.065	0.009	14,513
N-Azu-3	1.43	0.117	8,174	N-VdC-5	0.445	0.020	4,489
N-Azu-4	0.181	0.010	5,561	N-VM-1	0.410	0.022	5,360
N-Cab-1	0.134	0.025	18,694	N-VNdG-1	1.45	0.246	16,906
N-Cab-2	0.174	0.010	5,810	N-VNdG-2	2.56	0.148	5,794
N-Cab-3	0.102	0.009	9,081	N-VNdG-3	2.51	0.124	4,950
N-Cab-4	0.112	0.026	22,834	C-Bal-1	0.061	0.009	15,561
N-Espi-1	0.441	0.036	8,102	C-Bal-2	0.080	0.015	19,306
N-Espi-2	0.067	0.006	8,538	C-Can-1	0.067	0.005	8,206
N-Espo-1	0.136	0.007	4,948	C-Can-2	0.037	0.007	19,119
N-Espo-2	0.185	0.015	8,123	C-FdF-1	0.046	0.004	7,808
N-Espo-3	0.081	0.010	12,126	C-FdF-2	0.234	0.033	14,041
N-Espo-4	0.169	0.020	11,779	C-FdF-3	0.247	0.058	23,661
N-Fan-1	2.80	0.325	11,596	C-FdF-4	0.026	0.006	22,823
N-FRN-1	1.03	0.051	4,972	C-Mira-1	0.071	0.012	16,269
N-FRN-2	0.080	0.013	15,833	C-Mira-2	0.012	0.005	37,843
N-FRN-3	0.140	0.094	67,716	C-Naz-1	0.027	0.007	24,815
N-FRN-4	0.165	0.045	27,332	C-Naz-2	0.042	0.014	34,511
N-Gim-1	2.385	0.239	10,032	C-Ped-1	0.094	0.006	5,988
N-Jov-1	0.372	0.061	16,526	C-Ped-2	0.117	0.013	11,118
N-MC-1	0.048	0.006	12,955	C-Qui-1	0.024	0.004	16,556
N-MC-2	0.158	0.014	8,810	C-Qui-2	0.027	0.008	29,361
N-Min-1	0.046	0.007	14,326	C-SMP-1	0.053	0.005	10,001
N-Min-2	0.039	0.004	10,965	C-SPM-1	0.054	0.004	8,037
N-Min-3	0.038	0.008	21,752	C-SPM-2	0.090	0.016	17,925
N-Ptl-1	0.476	0.058	12,178	I-Fai-1	0.541	0.106	20,689
N-Sgr-1	0.309	0.035	11,366	I-Fai-2	1.43	0.128	8,976
N-Val-1	1.20	0.160	13,313	I-Fai-3	0.516	0.044	8,617

Amostra	Média	Dp	Cv (%)
I-SM-1	1.48	0,374	25,268
I-SM-2	0.658	0,143	21,657
I-SM-3	0.245	0,047	19,217
I-SM-4	2.14	0,296	13,871
I-SM-5	0.695	0,090	13,026
I-SM-6	0.624	0,100	16,050

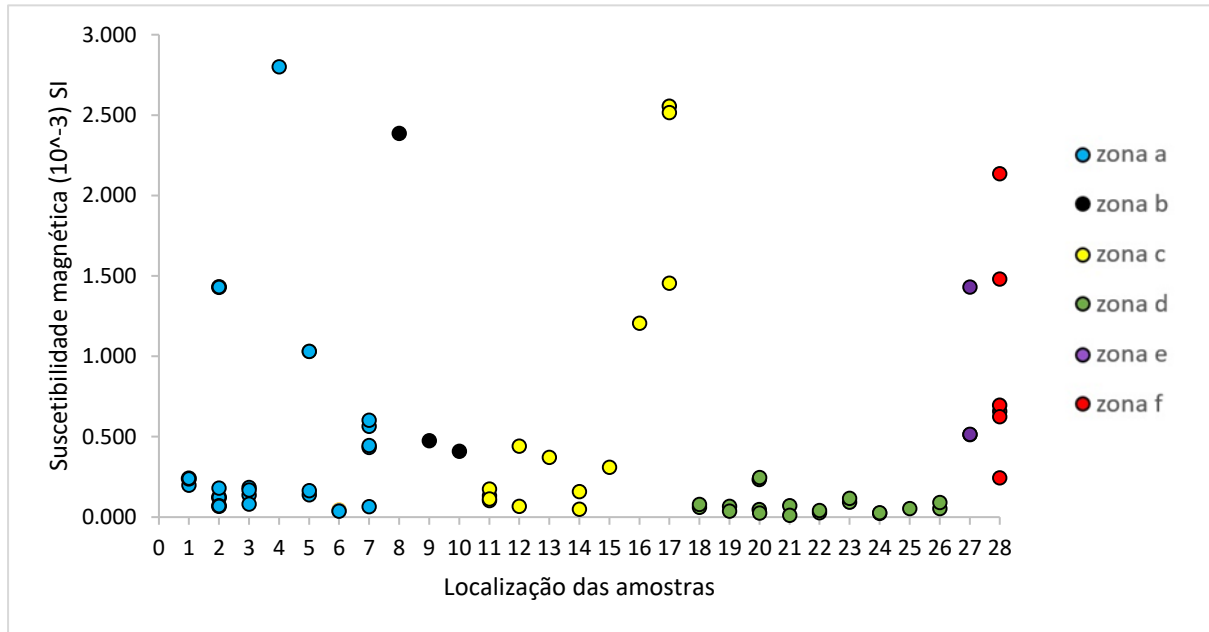


Figura 20 - Valores de suscetibilidade magnética nas respetivas zonas (a, b, c, d, e, f).

III.IV. Fluorescência raios-X

As análises de fluorescência de raios-X, realizadas através do espectrómetro X-MET 7000, identificaram a presença de vários elementos químicos na composição das amostras: K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Zr, Sn, Sb, Ba, Ta, Hg, Pb. A tabela 5 expressa os valores sob forma de percentagem em massa. A partir destes resultados verificou-se que os elementos químicos K, Ca e Fe são os mais abundantes, sendo que em contrapartida os elementos com teores mais reduzidos são o Co, Hg e Pb. Existem apenas três amostras associadas ao Hg, e exclusivamente uma amostra associada ao Sb. Estes dois elementos, juntamente com o V, Ni, Cu, As e Ta encontram-se nos solos e não nas areias de praia ou de duna. O valor máximo detetado foi de 18,008 % em massa (Ca) e o mínimo foi de 0,0008 % em massa (Pb), correspondendo às amostras I-Fai-2 e N-Azu-3, respetivamente.

Tabela 5 - Teor dos elementos químicos (valores em percentagem de massa).

Amostra	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Zr	Sn	Sb	Ba	Ta	Hg	Pb
N-Afi-1	1,6666	0,4045	0,095			0,012	0,7116						0,0085	0,0055	0,0045						
N-Afi-2	1,3122	0,0742	0,0531			0,0075	0,3491						0,0071	0,0043	0,0056						0,0012
N-Azu-1	2,1943	4,5742	0,0575			0,0101	0,441						0,0132	0,0202	0,0044			0,0135			0,002
N-Azu-2	2,2039	5,6109	0,0828			0,0105	0,6583				0,0011		0,0134	0,0178	0,0052						
N-Azu-3	1,2029	2,8564	0,69			0,0717	1,0405				0,0017		0,0067	0,0098	0,0053			0,0122			0,0008
N-Azu-4	1,4021	3,4132	0,2313			0,0229	0,3722						0,0092	0,0089	0,0032						0,0013
N-Cab-1	1,3966	0,7406	0,0276			0,0031	0,1713						0,007	0,0065	0,0029						0,0009
N-Cab-2	1,7272	0,5614	0,0374			0,0067	0,7399						0,0104	0,0074	0,0033			0,0133			0,0015
N-Cab-3	1,2196	0,4731	0,0263			0,0053	0,2782						0,0061	0,0026	0,0036						0,0012
N-Cab-4	1,6951	0,1736	0,0697			0,0054	0,5767						0,0089	0,0087	0,0046						0,0009
N-Espi-1	1,1911	0,1226	0,4897			0,0116	0,4625						0,007	0,0028	0,0031						0,0011
N-Espi-2	1,2362	9,9986	0,0294			0,0022	0,2179						0,0062	0,0166	0,0042			0,0135			0,0012
N-Espo-1	1,8962	0,5352	6,7482			0,2755	4,1613				0,0063		0,0158	0,0069	0,0257	0,0112		0,0143			0,0028
N-Espo-2	2,1093	3,3357	0,037			0,0069	0,3893						0,0115	0,0143	0,0044						0,0015
N-Espo-3	1,5117	8,4431	0,1639			0,0135	1,0071				0,0024		0,0124	0,0233	0,0083						0,0017
N-Espo-4	2,095	2,4758	0,1083			0,0126	0,7959						0,0116	0,0142	0,0073						0,0019
N-Fan-1	2,7134	0,1711	0,7729	0,0166	0,016	0,0365	4,5143		0,0025	0,0122	0,0105		0,0149	0,0083	0,0215			0,017	0,0039		0,0059
N-FRN-1	1,0193	4,0519	2,9578			0,0903	1,7493				0,0033		0,0091	0,0143	0,008	0,0034		0,0126			
N-FRN-2	3,141	1,7246	0,1648			0,0179	0,9439				0,0019		0,017	0,011	0,0046			0,0172			0,0025
N-FRN-3	2,0116	2,1197	0,1248			0,0133	0,8746						0,0128	0,0079	0,0065			0,0134			0,0021
N-FRN-4	2,2215	0,3558	0,1498			0,0134	0,8699				0,0018		0,0123	0,0073	0,0062						0,0019
N-Gim-1	1,8977	0,3602	1,5978	0,0224	0,0168	0,3126	9,4509		0,0081	0,0031	0,0134		0,0081	0,0029	0,0318	0,0067	0,0052	0,0233	0,0027		0,0019
N-Jov-1	1,9564	0,095	1,0678	0,0138	0,0131	0,0174	4,6653			0,0013	0,0034		0,0107	0,0262	0,0222			0,0236	0,0038		0,006
N-MC-1	2,8605		0,0903			0,0081	0,6782				0,0031		0,022	0,0028	0,0045				0,0021		0,0037
N-MC-2	1,779	1,3374	0,1617			0,0383	1,9301			0,0065	0,0195	0,0068	0,0212	0,0044	0,0135				0,002	0,0018	0,0093
N-Min-1	2,2689	0,093	0,025			0,0043	0,1383						0,0105	0,0047	0,0034						0,0018
N-Min-2	1,6495	0,6044	0,0392			0,0041	0,191						0,0081	0,0043	0,0027						
N-Min-3	2,0921	0,6812	0,0539			0,0254	0,2784				0,001		0,0092	0,0056	0,0027						0,0012
N-Ptl-1	3,7424	0,0817	0,6258	0,0118	0,0081	0,1753	4,5484		0,0028	0,0041	0,0093	0,007	0,0235	0,0066	0,0152	0,0088		0,0167	0,0038		
N-Sgr-1	2,4158	0,3542	0,6934		0,0059	0,0866	4,5546		0,0018	0,0014	0,0073		0,0113	0,0078	0,0141			0,0198			
N-Val-1	1,8723	0,1827	0,7822	0,0251	0,013	0,0205	4,8169		0,002	0,0537	0,0185	0,0043	0,009	0,0036	0,0289	0,0037		0,0181	0,0057		0,016
N-VdC-1	1,7148	1,3915	0,4982			0,0433	2,6492				0,0046		0,0105	0,0106	0,0129			0,0142			0,0022
N-VdC-2	1,7296	0,395	0,4021			0,0264	2,3434				0,0036		0,0088	0,0081	0,0147						
N-VdC-3	2,0497	2,3713	0,2182			0,0184	1,8957		0,0011		0,0032		0,0116	0,0123	0,0102						0,0022

N-VdC-4	2,9226	0,1281	0,0625			0,0034	0,3199					0,0126	0,0061	0,0033				0,0021	
N-VdC-5	1,6917	0,216	0,2302			0,0139	1,4216			0,0037		0,0099	0,0061	0,0094		0,0133			
N-VM-1	3,6762	0,0614	0,5719	0,0118	0,0072	0,0612	3,9053		0,0026	0,0011	0,0079		0,0163	0,0038	0,0229		0,0216	0,0029	0,0036
N-VNdG-1	2,3061	0,2611	0,5563		0,0066	0,0284	2,8793		0,0015	0,0018	0,0087	0,0019	0,0135	0,0063	0,0332		0,0113	0,0024	0,0029
N-VNdG-2	2,4074	0,242	0,4693			0,0238	2,3076		0,0013		0,0062		0,0162	0,0054	0,0334			0,0015	0,0038
N-VNdG-3	1,2654	1,6541	0,0256			0,0048	0,248	0,0016					0,0074	0,0066	0,0024				0,0009
C-Bal-1	0,4299	9,1745	0,0477			0,0046	0,0651	0,0016					0,0032	0,024	0,0031				
C-Bal-2	0,5728	1,7483	0,0604			0,0022	0,1282	0,0015					0,0027	0,0059	0,0026				
C-Can-1	0,6157	4,1984	0,0317			0,0028	0,0814	0,0017					0,0029	0,0102	0,0014				
C-Can-2	0,8891	3,0897	0,0094										0,0046	0,0085	0,0029				
C-FdF-1	0,8859	3,4998	0,013			0,0036	0,1092						0,0046	0,0109	0,0021				0,0007
C-FdF-2	2,4379	11,972	0,431		0,0054	0,0724	2,7132				0,0057		0,0193	0,0089	0,0228		0,0172		0,0039
C-FdF-3	2,1163	2,3649	0,3409			0,0295	0,7049				0,0012		0,0093	0,004	0,0125				0,0012
C-FdF-4	1,3061	5,527	0,025		0,0039	0,0034	0,1793				0,0024		0,0062	0,0125	0,0027				0,0031
C-Mira-1	0,6279	2,2967	0,0167			0,0049	0,1347						0,0044	0,0087	0,0023				
C-Mira-2	1,1849	0,9011	0,036			0,002	0,1142						0,0051	0,0044	0,0023				
C-Naz-1	0,9913	8,3074	0,0091				0,0856						0,004	0,0242	0,0033				0,0009
C-Naz-2	0,7131	6,528	0,0294			0,0055	0,133						0,0034	0,0154	0,0025				0,0008
C-Ped-1	1,4148	0,561	0,0209			0,005	0,1353						0,0058	0,0052	0,0029				0,0008
C-Ped-2	0,7305	1,3292	0,0174				0,1127						0,0035	0,0058	0,0023				
C-Qui-1	1,0195	4,4829	0,0089			0,003	0,1169						0,0047	0,0093	0,0025				
C-Qui-2	0,767	2,5422	0,0157			0,0038	0,0726						0,0047	0,0084	0,0023				0,0009
C-SMP-1	1,6942	6,3035	0,2414			0,0174	0,1701						0,0096	0,0216	0,0036				0,0014
C-SPM-1	0,7734	8,039	0,0097				0,0866						0,0038	0,0196	0,004				
C-SPM-2	0,4768	5,407	0,0054										0,0033	0,0142	0,0023				
I-Fai-1	1,2444	5,879	1,6802	0,026		0,1308	6,5685		0,0015	0,0019	0,0088		0,0042	0,0684	0,0246		0,0207		
I-Fai-2	0,9165	18,008	1,3809			0,0954	5,5132		0,0021		0,0073		0,0042	0,1311	0,027		0,0219	0,0029	
I-Fai-3	0,8089	1,8162	2,1492	0,0233	0,0365	0,2089	9,3263		0,0113		0,0093		0,0034	0,0239	0,0379			0,0018	0,0013
I-SM-1	1,5636	6,0138	1,0007		0,01	0,0812	4,3663		0,0033		0,0064		0,0056	0,0614	0,0301		0,0176	0,0025	
I-SM-2	2,9834	0,5327	0,6524			0,1052	2,0969				0,0085		0,0156	0,0142	0,0957		0,0148	0,0041	0,0011
I-SM-3	2,6248	0,7014	0,3268			0,1924	2,5604				0,0164		0,016	0,007	0,0868			0,003	0,0032
I-SM-4	1,655	4,6232	1,4753	0,0172	0,011	0,1147	6,0501		0,0045	0,0035	0,0073		0,0042	0,0657	0,0275		0,0184	0,0026	
I-SM-5	2,9207	3,3641	0,7434		0,0056	0,1699	3,6394		0,0026	0,0061	0,0369		0,0117	0,0305	0,0603			0,0038	0,0058
I-SM-6	2,1911	4,3731	1,1714		0,0105	0,1794	5,1546		0,0032	0,0042	0,0133		0,0097	0,0367	0,0548			0,0045	0,0015

III.V. Clusters

A conjugação de todas as técnicas efetuadas neste estudo permite obter uma visualização e interpretação mais completa e fidedigna dos resultados obtidos. Para tal foi aplicada uma análise estatística na qual foram elaborados quatro dendogramas com as respectivas metodologias deste estudo. O primeiro (figura 21) diz respeito exclusivamente à metodologia da espectrofotometria, sendo possível observar-se quatro grandes grupos de amostras: as do Norte, Centro, Ilhas e amostras com características particulares. No entanto, existem amostras que estão deslocadas da sua proveniência. O segundo (figura 22) conjuga as metodologias da espectrofotometria e da fluorescência de raios-X, evidenciando uma discrepância dos solos para as restantes amostras. Também há uma melhor distinção entre as amostras do Norte e do Centro. O terceiro (figura 23) interliga a espectrofotometria com a suscetibilidade magnética, sendo que não acrescenta pormenores importantes relativamente ao último dendrograma. O quarto e último dendrograma (figura 24) engloba todas as técnicas utilizadas e consegue definir os limites entre as zonas com uma maior precisão, permitindo agrupar as areias de praia do Norte, as areias de praia do Centro, as amostras das ilhas e as amostras de solos.

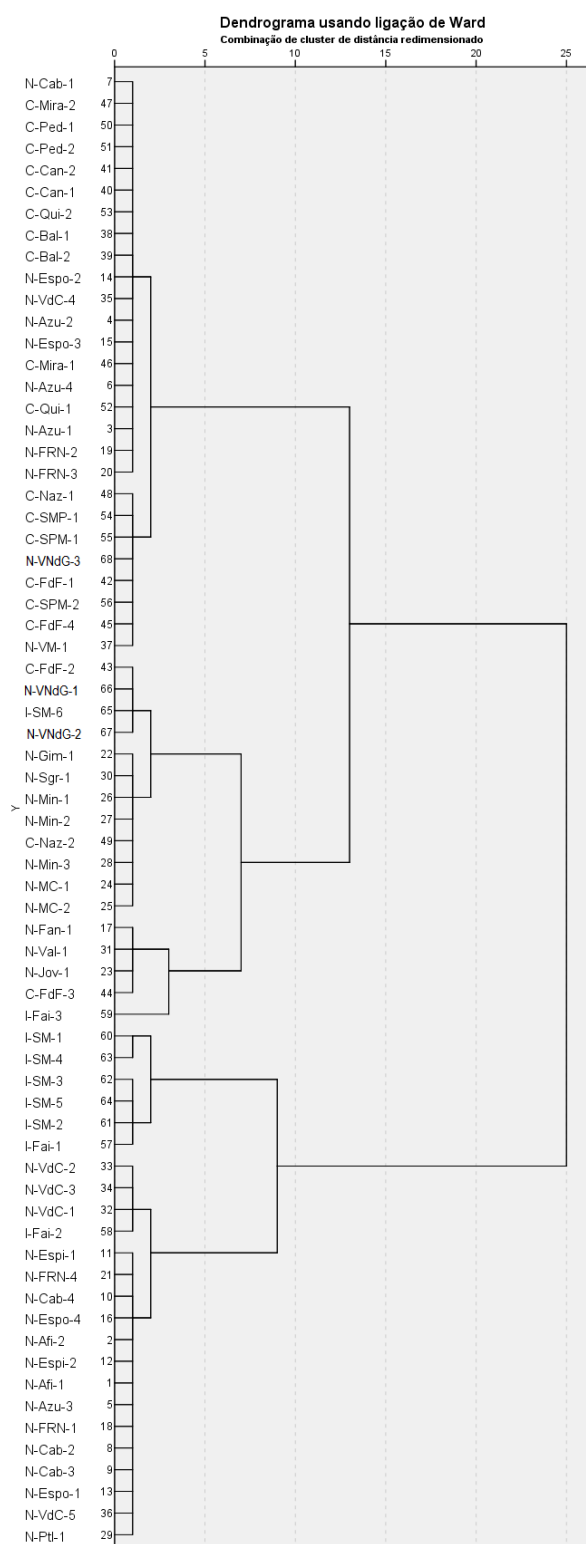


Figura 21 - Dendrograma de análise estatística utilizando a metodologia da espectrofotometria.

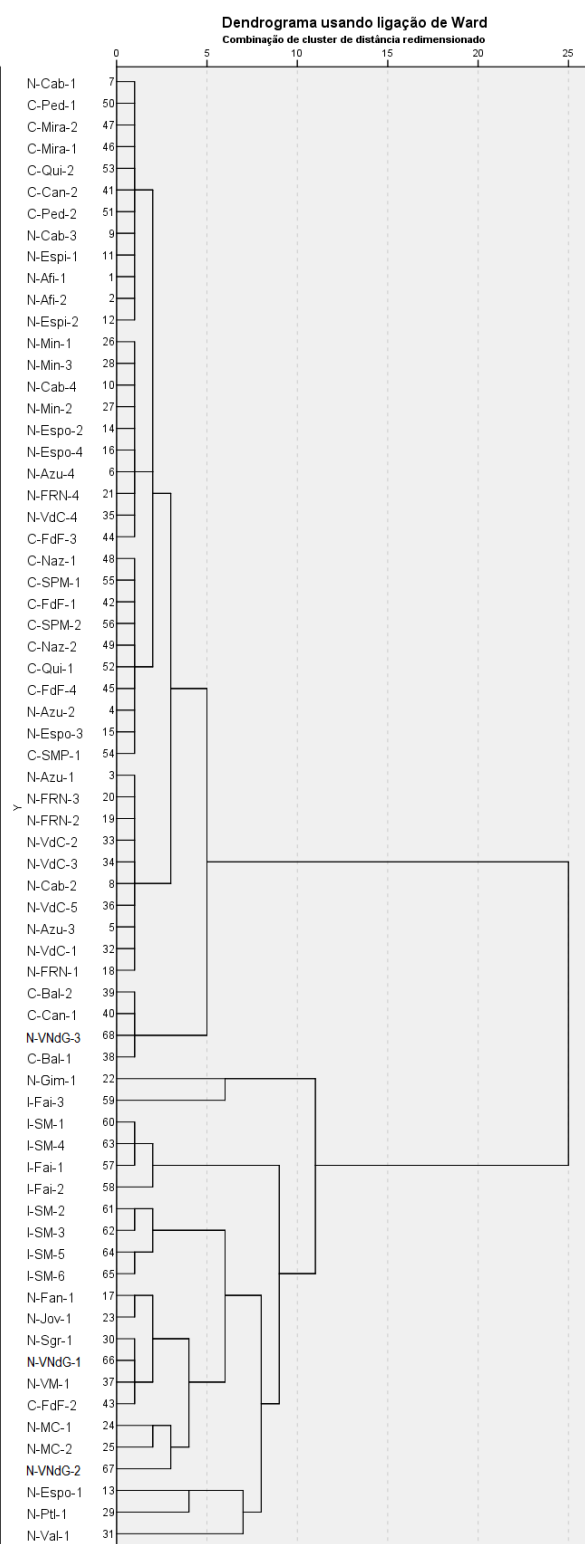


Figura 22 - Dendrograma de análise estatística utilizando as metodologias da espectrofotometria e fluorescência de raios-X.

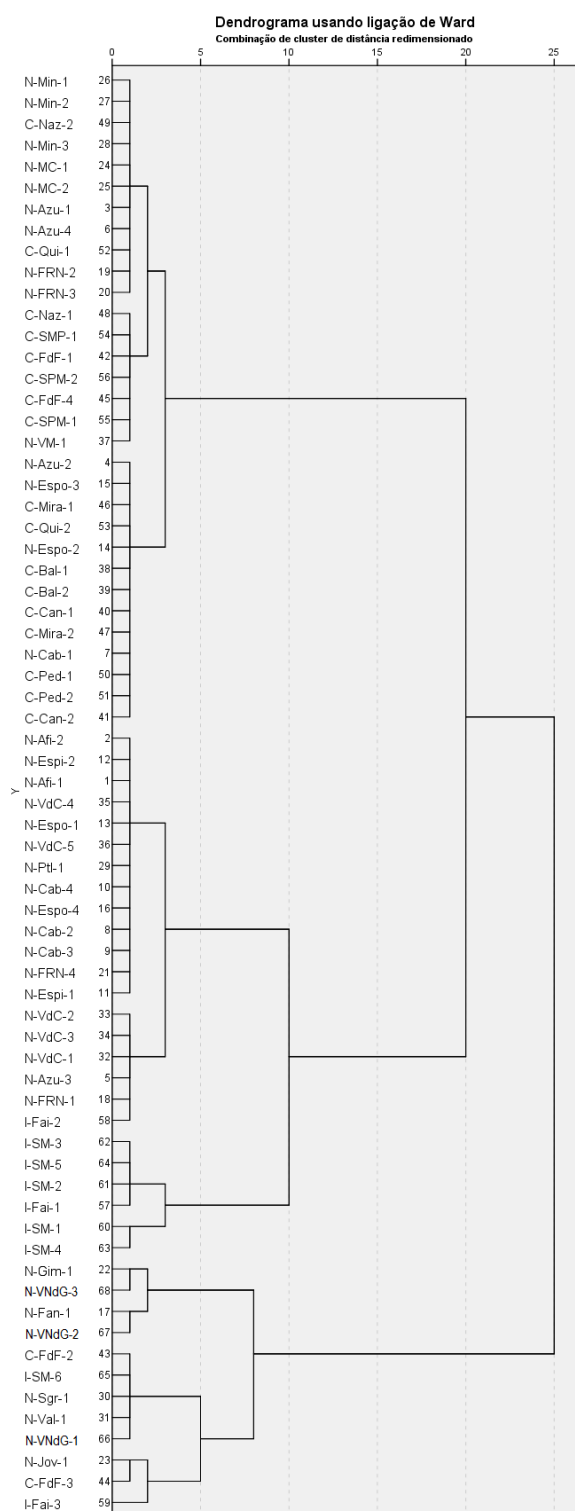


Figura 23- Dendrograma de análise estatística utilizando as metodologias da espectrofotometria e suscetibilidade magnética.

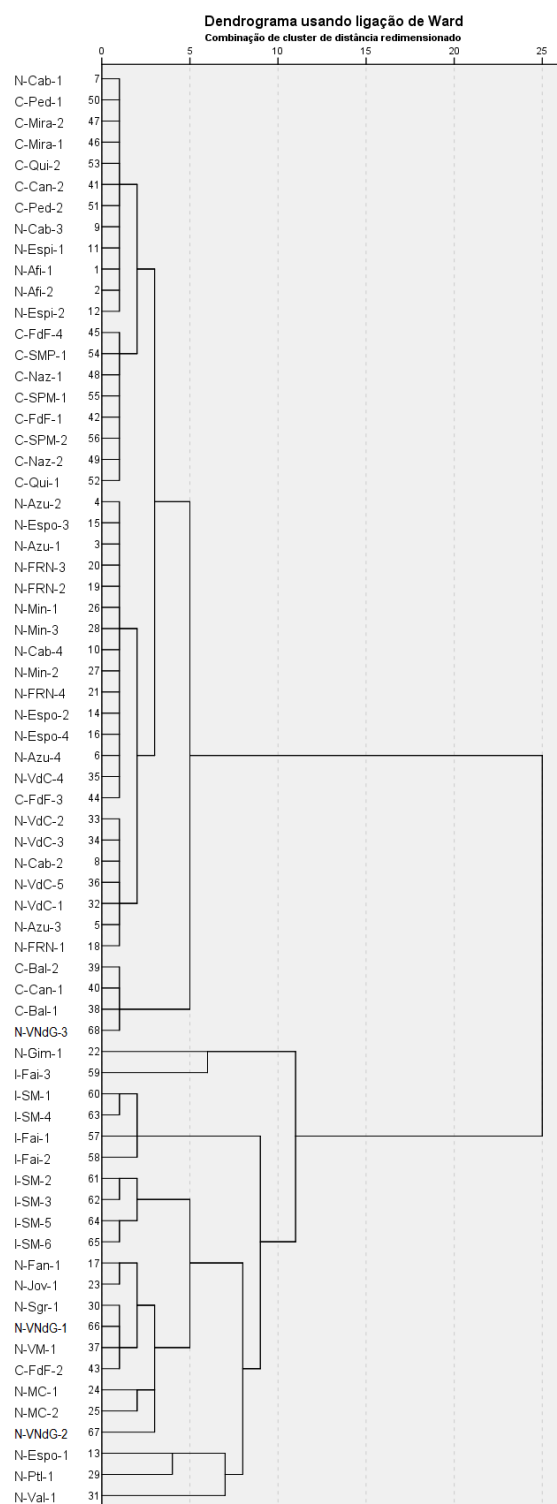


Figura 24 - Dendrograma de análise estatística utilizando as metodologias da espectrofotometria, suscetibilidade magnética e fluorescência de raios-X.

IV. Conclusões

Este trabalho conseguiu dar resposta aos objetivos previamente estabelecidos. Concluiu-se que o microespectrofotómetro TIDAS S MSP não é adequado para a análise de solos, nas circunstâncias a que foi submetido. A heterogeneidade dos solos e a análise destes mesmos possuir um carácter estreitamente pontual, condicionam os resultados obtidos, de modo a que estes não sejam totalmente fidedignos. Relativamente ao espectrofotómetro Konica Minolta CM-2600d foi possível diferenciar, maioritariamente, as amostras das ilhas das restantes amostras, bem como as amostras de solos das amostras de areias de praia ou de duna, a partir das coordenadas $L^*a^*b^*$. Os espectros obtidos através das refletâncias das amostras de cada zona são bem distintos, o que comprova a eficiência real deste equipamento. O suscetibilímetro KT-10 demonstrou a disparidade de valores entre as amostras de solos, valores elevados, e as amostras de areias de praia, valores baixos. O espectrómetro X-MET 7000 evidenciou que os elementos químicos Hg, Sb, Va, Ni, Cu, As e Ta encontram-se exclusivamente em amostras de solos. A análise de pH dos solos, efetuada através de uma fita indicadora, não permitiu discriminar assertivamente as diferentes zonas.

Alguns coeficientes de variação calculados para os resultados da espectrofotometria e suscetibilidade magnética podem ser relativamente altos devido à má calibragem que as amostras tinham e à homogeneização difícil antes da análise. Para um futuro trabalho, na tentativa de reduzir estes coeficientes de variação, seria propício separar as amostras em várias frações granulométricas, tornando assim as sub-amostras mais homogêneas no que diz respeito às suas dimensões. A combinação das diferentes metodologias neste estudo permitiu diferenciar genericamente, as zonas de amostras abordadas neste estudo. Assim sendo, a eficiência, objetividade e portabilidade destes equipamentos, foram comprovados em análises de solos, com um propósito forense, com a garantia da preservação integral da amostra.

Com a criação de uma base de dados de solos e sedimentos, do Norte e Centro de Portugal e ilhas dos Açores (Faial e São Miguel) para as instalações do LPC-PJ, prevê-se que sejam aplicadas mais técnicas analíticas e mais recolhas e análises de amostras, de modo a solidificar esta base de dados, que pode ser útil em futuras investigações forenses.

A geologia forense em Portugal ainda está numa fase prematura, de forma a que este estudo seja mais um contributo para o conhecimento e desenvolvimento desta temática que tanto pode ser útil para a nossa sociedade.

V. Referências bibliográficas

- Dias J. (2004): A Análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos (versão preliminar)
- Fachone P, Velho L (2007): Ciência forense: Interseção, justiça, ciência e tecnologia. In revista tecnologia e sociedade p. 139-161
- FAO (2006): Guidelines for soil description, 4th edição
- Guedes A., Ribeiro H., Valentim B., Noronha F. (2009): Quantitative colour analysis of beach and dune sediments for forensic applications: a Portuguese example. Forensic Science International 190: 42–51.
- Guedes A.; Valentim, B. (2014): Dados geológicos em ciências forenses. In Dinis, P.A.; Gomes, A.; Monteiro Rodrigues, S., eds. - Proveniência de materiais geológicos: abordagens sobre o Quaternário de Portugal. Coimbra: Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário. ISBN 978-989-97140-2-1. p 269-279
- Hair, J. F., et al (2005): Análise multivariada de dados. Trad. Adonai S. Sant'Anna e Anselmo C. Neto. 5 ed. Porto Alegre: Bookman
- Johnston R.M. (1967): Spectrophotometry for the analysis and description of color. Journal of Paint Technology 39: 346-354
- Lopes J. (2003): Cor e luz. Texto elaborado para a disciplina de computação gráfica – Licenciatura Engenharia Informática e de Computadores. Reeditado em dezembro 2008 e em abril 2013

- Pye K., Blott S.J. (2004): Particle size analysis of sediments, soils and related particulate materials for forensic purposes using laser granulometry. *Forensic Science International* 144 (1): 19-27
- Reis C. (2010): Análise palinológica e mineralógica de solos portugueses e o seu potencial na prática forense. Dissertação apresentada para a obtenção do Grau de Mestre em Biologia no Curso de Mestrado em Biologia do Desenvolvimento, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
- Reis C. (2012): A geologia forense como ferramenta auxiliar da investigação criminal. Disponível em: <https://segurancaecienciasforenses.com/2012/03/13/a-geologia-forense-como-ferramenta-auxiliar-da-investigacao-criminal/>
- Sant'Ovaia (2000): O maciço granítico pós-tectónico de Vila Pouca de Aguiar: estudo petro-estrutural e mecanismo de instalação. Tese submetida à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e à Universidade Paul Sebatier de Toulouse para a obtenção de grau de doutor em Geologia
- Thornton J.I. (1997): Visual colour comparisons in forensic science. *Forensic Science Review* 9: 37-57
- Woods B. (2014): An Examination Procedure for Forensic Soil Analysis in Trace Evidence Laboratories

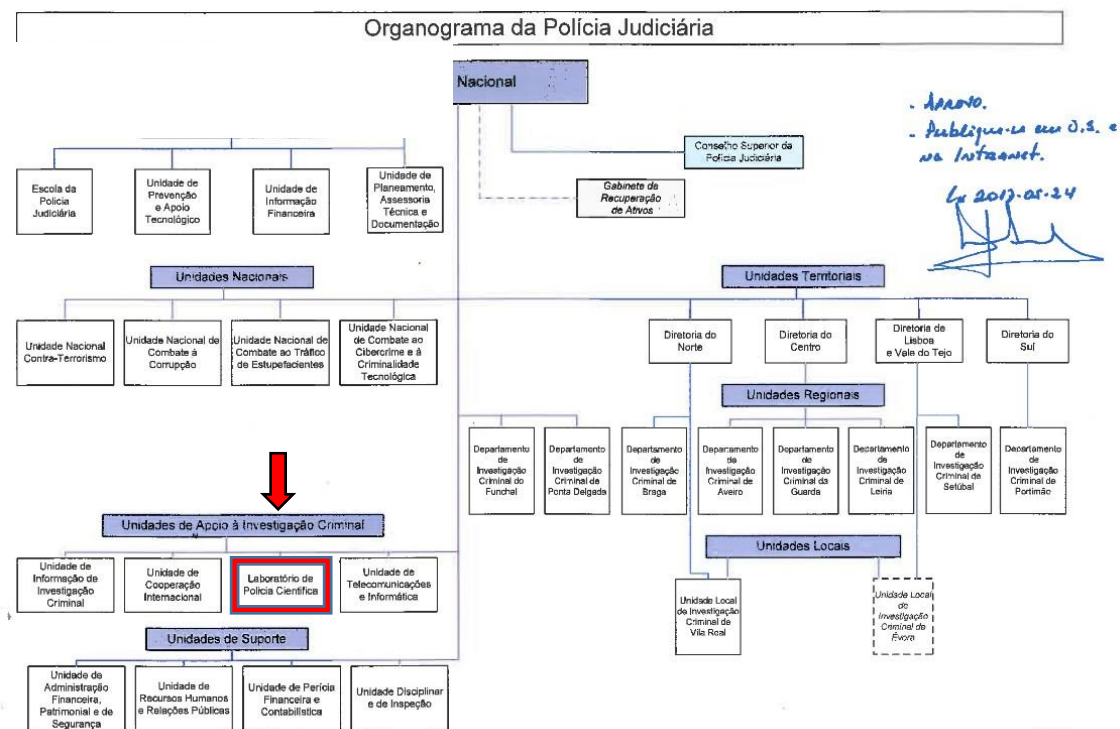
VI. Webgrafia

- apcforenses.org
- www.oxford-instruments.com
- www.pj.pt
- www.terraplus.ca/index.aspx

Anexos

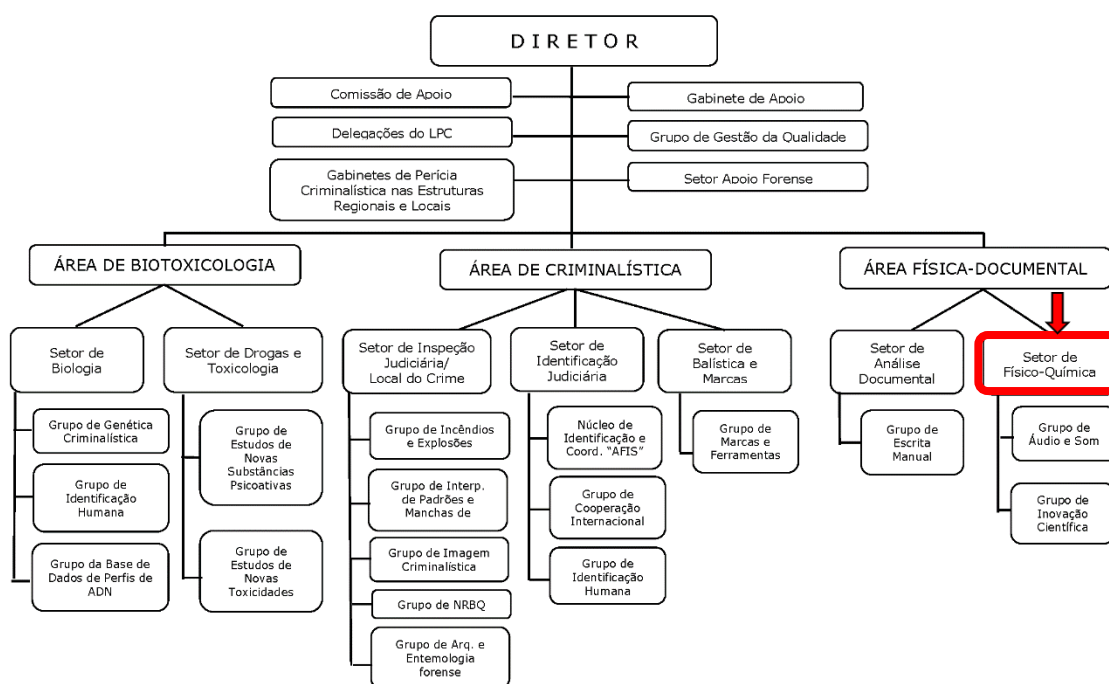
Anexo 1

Organograma da Polícia Judiciária



Anexo II

Organograma do Laboratório de Polícia Científica da Polícia Judiciária



Anexo III

Fichas de caracterização de solos

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Afi - 1”



-Origem-

Local de recolha: Afife (Minho)

Coordenadas: 41.77454 N ; 8.87268 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais e areias de duna. Moderno. (folha 5-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 148,35 g

Granulometria: Fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 7/1

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 64.53$ $a^* = 2.15$ $b^* = 9.85$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.198×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Afi - 2”



-Origem-

Local de recolha: Afife (Minho)

Coordenadas: 41,77433 N ; 8,87172 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais e areias de duna. Moderno. (folha 5-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 90,47g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Muito bem rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 6/1

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 62.20$

$a^* = 2.51$

$b^* = 11.21$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.239×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Azu -1”



-Origem-

Local de recolha: Azurara (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,33978 N ; 8,74438 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna da praia de Azurara perfil perpendicular à costa

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia e de rio. Areias de duna. Moderno. (folha 9-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 53,49g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 7/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 8

Espetrofotometria:

$L^* = 64.22$

$a^* = 3.66$

$b^* = 13.75$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.123×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Azu - 2”



-Origem-

Local de recolha: Azurara (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,33676 N ; 8,74107 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna junto à urbanização Gaivota

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia e de rio. Areias de duna. Moderno. (folha 9-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 64,49g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 8/1

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 65.90$

$a^* = 3.52$

$b^* = 11.67$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.069×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Azu - 3”



-Origem-

Local de recolha: Azurara (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,33676 N ; 8,74107 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Concentrado negro na zona da amostra “N - Azu - 2”

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia e de rio. Areias de duna. Moderno. (folha 9-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 37,38g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 6/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 57.35$

$a^* = 2.74$

$b^* = 9.07$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 1.43×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Azu - 4”



-Origem-

Local de recolha: Azurara (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,33676 N ; 8,74107 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna (perfil perpendicular à amostra “N - Azu -2”)

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia e de rio. Areias de duna. Moderno. (folha 9-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 69,30g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 6/3

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 62.37$

$a^* = 3.78$

$b^* = 13.39$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.181×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Cab - 1”



-Origem-

Local de recolha: Cabedelo (Douro Litoral)

Coordenadas: 40,13811 N ; 8,86204 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais, areias e cascalheira de praia, areias de duna. Plio-Plistocénico. (folha 9-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 98,80g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 8/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 69.31$

$a^* = 3.58$

$b^* = 13.47$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.134×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Cab - 2”



-Origem-

Local de recolha: Cabedelo (Douro Litoral)

Coordenadas: 40,13891 N ; 8,66460 W

Data de recolha: janeiro de 2009

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais, areias e cascalheira de praia, areias de duna. Plio-Plistocénico. (folha 9-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 59,97g

Granulometria: Fina a média

Calibragem: Mal calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 6/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 55.51$

$a^* = 3.07$

$b^* = 10.77$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.174×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Cab - 3”



-Origem-

Local de recolha: Cabedelo (Douro Litoral)

Coordenadas: 40,13891 N ; 8,66460 W

Data de recolha: setembro de 2009

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais, areias e cascalheira de praia, areias de duna. Plio-Plistocénico. (folha 9-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 68,45g

Granulometria: Média

Calibragem: Moderadamente calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 6/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 55.02$

$a^* = 3.11$

$b^* = 10.49$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.102×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Cab - 4”



-Origem-

Local de recolha: Cabedelo (Douro Litoral)

Coordenadas: 40,13891 N ; 8,66460 W

Data de recolha: janeiro de 2010

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais, areias e cascalheira de praia, areias de duna. Plio-Plistocénico. (folha 9-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 88,31g

Granulometria: Fina a média

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 6/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 58.10$

$a^* = 3.46$

$b^* = 12.46$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.112×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Espi - 1”



-Origem-

Local de recolha: Espinho (Beira Litoral)

Coordenadas: 41,03100 N ; 8,64540 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia. Areias de duna. Moderno. (folha 13-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 36,00g

Granulometria: Fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 6/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 51.45$

$a^* = 3.67$

$b^* = 11.91$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.441×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Espi - 2”



-Origem-

Local de recolha: Espinho (Beira Litoral)

Coordenadas: 41,03154 N ; 8,64592 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia. Areias de duna. Moderno. (folha 13-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 60,95g

Granulometria: Fina a média

Calibragem: Muito mal calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 7/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 61.52$

$a^* = 2.93$

$b^* = 10.56$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.067×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Espo - 1”



-Origem-

Local de recolha: Esposende (Minho)

Coordenadas: 41,53191 N ; 8,78935 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Concentrado de minerais pesados da areia de rio nos depósitos do rio Cávado

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia ou de rio. Areias de duna. Moderno.
(folha 5-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 38,82g

Granulometria: Fina a média

Calibragem: Mal calibrada

Arredondamento: Angular a sub angular

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 7/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 57.06$

$a^* = 2.52$

$b^* = 10.09$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.136×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Espo - 2”



-Origem-

Local de recolha: Esposende (Minho)

Coordenadas: 41,53219 N ; 8,79031 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna num perfil E-W relativamente à amostra “N - Espo - 1”

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia ou de rio. Areias de duna. Moderno.
(folha 5-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 139,21g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 7/3

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 8

Espetrofotometria:

$L^* = 64.25$

$a^* = 3.05$

$b^* = 12.67$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.185×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Espo - 3”



-Origem-

Local de recolha: Esposende (Minho)

Coordenadas: 41,53245 N ; 8,79119 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia entre o Largo Rodrigues Sampaio 225 e a Avenida Rocha Gonçalves num perfil E-W relativamente à amostra “N - Espo - 1”

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia ou de rio. Areias de duna. Moderno.
(folha 5-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 53,83g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 7/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 66.41$

$a^* = 3.35$

$b^* = 12.18$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.081×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Espo - 4”



-Origem-

Local de recolha: Esposende (Minho)

Coordenadas: 41,52959 N ; 8,79074 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna perto do passadiço num perfil E-W

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia ou de rio. Areias de duna. Moderno.
(folha 5-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 134.60 g

Granulometria: Muito fina a fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Bem rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 8/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 56.71$

$a^* = 2.87$

$b^* = 11.99$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.169×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Fan - 1”



-Origem-

Local de recolha: Fânzeres (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,12906 N ; 8,51966 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Solo xistento

-Contexto Geológico-

Migmatitos, gneisses, micaxistos, xistos luxentes, etc. Complexo xisto-grauváquico ante-Ordoviciano e séries metamórficas derivadas. (folha 9-C à escala 1: 50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 82,42g

Granulometria: Muito fina a média

Calibragem: Muito mal calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 6/4

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 57.39$

$a^* = 6.99$

$b^* = 18.07$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 2.80×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - FRN - 1”



-Origem-

Local de recolha: Foz do Rio Neiva (Minho)

Coordenadas: 41,60962 N ; 8,80902 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia com concentrados negros na foz do Neiva

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia ou de rio. Areias de duna. Moderno.
(folha 5-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 31,02g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 6/1

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 60.29$

$a^* = 2.63$

$b^* = 9.63$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 1.03×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - FRN - 2”



-Origem-

Local de recolha: Foz do Rio Neiva (Minho)

Coordenadas: 41,61140 N ; 8,80969 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia junto ao mar

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia ou de rio. Areias de duna. Moderno.
(folha 5-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 68,99g

Granulometria: Muito fina a média

Calibragem: Mal calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 7/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 61.41$

$a^* = 3.58$

$b^* = 11.33$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.080×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - FRN - 3”



-Origem-

Local de recolha: Foz do Rio Neiva (Minho)

Coordenadas: 41,61140 N ; 8,80886 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna a 150m da foz do Neiva e com orientação de N96° relativamente à amostra “N - FRN - 2”

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia ou de rio. Areias de duna. Moderno.
(folha 5-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 47,54g

Granulometria: Fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 6/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 59.32$

$a^* = 4.12$

$b^* = 12.72$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.140×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - FRN - 4”



-Origem-

Local de recolha: Foz do Rio Neiva (Minho)

Coordenadas: 41,60887 N ; 8,80800 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia ou de rio. Areias de duna. Moderno.
(folha 5-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 78,01g

Granulometria: Fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso

Cor (escala de Munsell): 10YR 5/1

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 53.57$

$a^* = 3.62$

$b^* = 11.36$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.165×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Gim - 1”



-Origem-

Local de recolha: Gimonde (Trás-os-Montes e Alto Douro)

Coordenadas: 41,49080 N ; 6,39030 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Solo obtido no Alto das Pedreiras, pedreira em exploração, Vila Meã

-Contexto Geológico-

Ortognaisse ocelado do Picoto das Penices, Maciço da Gandra. Precâmbrico (?) a Ordovícico (?) (folha 2 à escala 1:200 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 21,37g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Moderadamente calibrada

Arredondamento: Muito bem rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 5/4

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 57.25$

$a^* = 4.33$

$b^* = 17.07$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 2.36×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Jov - 1”



-Origem-

Local de recolha: Jovim (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,10687 N ; 8,50924 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Solo xistento

-Contexto Geológico-

Xistos estaurolíticos (Xistos de Fânzeres). Complexo xisto-grauváquico ante-ordovícico e séries metamórficas derivadas. (folha 13-B à escala 1: 50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 81,11g

Granulometria: Fina a média

Calibragem: Muito mal calibrada

Arredondamento: Anguloso

Cor (escala de Munsell): 10YR 5/4

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 59.62$

$a^* = 7.99$

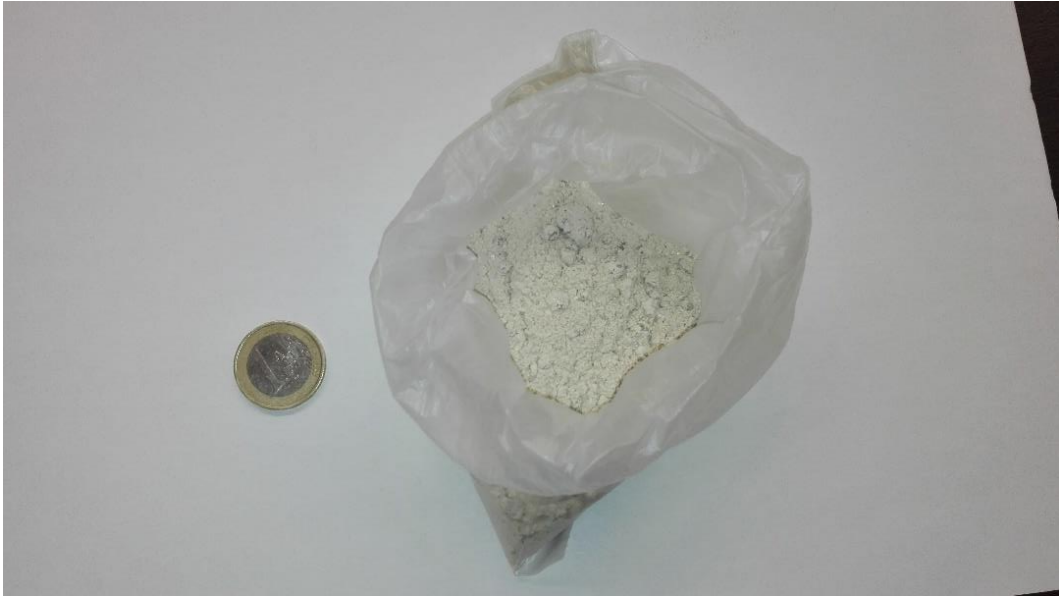
$b^* = 19.12$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.372×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - MC - 1”



-Origem-

Local de recolha: Monte Crasto (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,14169 N ; 8,53605 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Solo granítico

-Contexto Geológico-

Granito alcalino de grão grosseiro turmalínico (Granito de Gondomar). Rochas eruptivas, pós-Complexo xisto-grauváquico, ante Vestefaliano e provavelmente ante-Silúrico (folha 9-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 107,80g

Granulometria: Muito fina a média

Calibragem: Mal calibrada

Arredondamento: Anguloso

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 8/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 60.41$

$a^* = 5.03$

$b^* = 13.47$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.048×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - MC - 2”



-Origem-

Local de recolha: Monte Crasto (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,14258 N ; 8,53644 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Solo granítico

-Contexto Geológico-

Granito alcalino de grão grosseiro turmalínico (Granito de Gondomar). Rochas eruptivas, pós-Complexo xisto-grauváquico, ante Vestefaliano e provavelmente ante-Silúrico (folha 9-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 20,51g

Granulometria: Fina a média

Calibragem: Muito mal calibrada

Arredondamento: Anguloso

Cor (escala de Munsell): 10YR 3/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 56.13$

$a^* = 5.63$

$b^* = 13.70$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.158×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Min - 1”



-Origem-

Local de recolha: Mindelo (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,31654 N ; 8,73873 W

Data de recolha: novembro de 2008

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia e de rio. Areia de duna. Moderno. (folha 9-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 65,19g

Granulometria: Fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 6/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 57.77$

$a^* = 4.06$

$b^* = 14.59$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.046×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Min - 2”



-Origem-

Local de recolha: Mindelo (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,31654 N ; 8,73873 W

Data de recolha: junho de 2009

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia e de rio. Areia de duna. Moderno. (folha 9-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 68,99g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 6/3

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 58.04$

$a^* = 4.14$

$b^* = 14.46$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.039×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Min - 3”



-Origem-

Local de recolha: Mindelo (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,31654 N ; 8,73873 W

Data de recolha: agosto de 2009

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias e cascalheiras de praia e de rio. Areia de duna. Moderno. (folha 9-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 58,65g

Granulometria: Fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 6/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 56.64$

$a^* = 4.61$

$b^* = 14.77$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.038×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Ptl - 1”



-Origem-

Local de recolha: Portelo (Trás-os-Montes e Alto Douro)

Coordenadas: 41,56160 N ; 6,42420 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Solo numa pedreira de lousa em Portelo

-Contexto Geológico-

Alternâncias de filitos e metagrauvaques com espessuras centimétricas a decimétricas. “Complexo Xisto-Grauváquico” - Grupo do Douro. Câmbrico. (folha 2 à escala 1:200 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 26,17g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Muito bem rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 4/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 55.81$

$a^* = 2.18$

$b^* = 11.25$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.476×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Sgr - 1”



-Origem-

Local de recolha: Salgueiros (Trás-os-Montes e Alto Douro)

Coordenadas: 41,55351 N ; 7,69238 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Solo obtido na pedreira de “Transgranitos”, Telões

-Contexto Geológico-

Granito de grão médio, de duas micas. Sin-Tectónico relativamente à F3. (folha 2 à escala 1:200 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 99,97g

Granulometria: Fina a grosseira

Calibragem: Muito mal calibrada

Arredondamento: Angulosos

Cor (escala de Munsell): 10YR 5/4

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 52.68$

$a^* = 5.05$

$b^* = 17.52$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.309×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - Val - 1”



-Origem-

Local de recolha: Valbom (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,12945 N ; 8,55348 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Solo, zona de micaxistos

-Contexto Geológico-

Migmatitos, gneisses, micaxistos, xistos luxentes, etc. Complexo xisto-grauváquico ante-Ordoviciano e séries metamórficas derivadas. (folha 9-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 66,07 g

Granulometria: Muito fina a média

Calibragem: Moderadamente calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 6/4

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 57.02$

$a^* = 6.80$

$b^* = 16.92$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 1.21×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - VdC - 1”



-Origem-

Local de recolha: Viana do Castelo (Minho)

Coordenadas: 41,67959 N ; 8,83340 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia perto da estrada sem nome na foz do Rio Lima

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias de duna. Moderno. (folha 5-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 64,52g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 6/1

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 56.13$

$a^* = 1.25$

$b^* = 7.15$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.564×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - VdC - 2”



-Origem-

Local de recolha: Viana do Castelo (Minho)

Coordenadas: 41,67974 N ; 8,83335 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna numa transversal à amostra “N - VdC - 2”

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias de duna. Moderno. (folha 5-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 62,45g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 5/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 57.92$

$a^* = 1.64$

$b^* = 9.08$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: $0,433 \times 10^{-3}$ SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - VdC - 3”



-Origem-

Local de recolha: Viana do Castelo (Minho)

Coordenadas: 41,67806 N ; 8,83079 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias de duna. Moderno. (folha 5-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 52,17g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 6/1

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 58.73$

$a^* = 1.53$

$b^* = 8.53$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.603×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - VdC - 4”



-Origem-

Local de recolha: Viana do Castelo (Minho)

Coordenadas: 41,67864 N ; 8,82969 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna num perfil transversal (N220°) à amostra “N - VdC - 3”

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias de duna. Moderno. (folha 5-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 62,29g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 7/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 63.24$

$a^* = 2.91$

$b^* = 12.03$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.065

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - VdC - 5”



-Origem-

Local de recolha: Viana do Castelo (Minho)

Coordenadas: 41,68008 N ; 8,83303 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna num perfil transversal (N204°) às amostras N - VdC - 1

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais. Areias de duna. Moderno. (folha 5-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 59,33g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 5/1

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 57.33$

$a^* = 2.67$

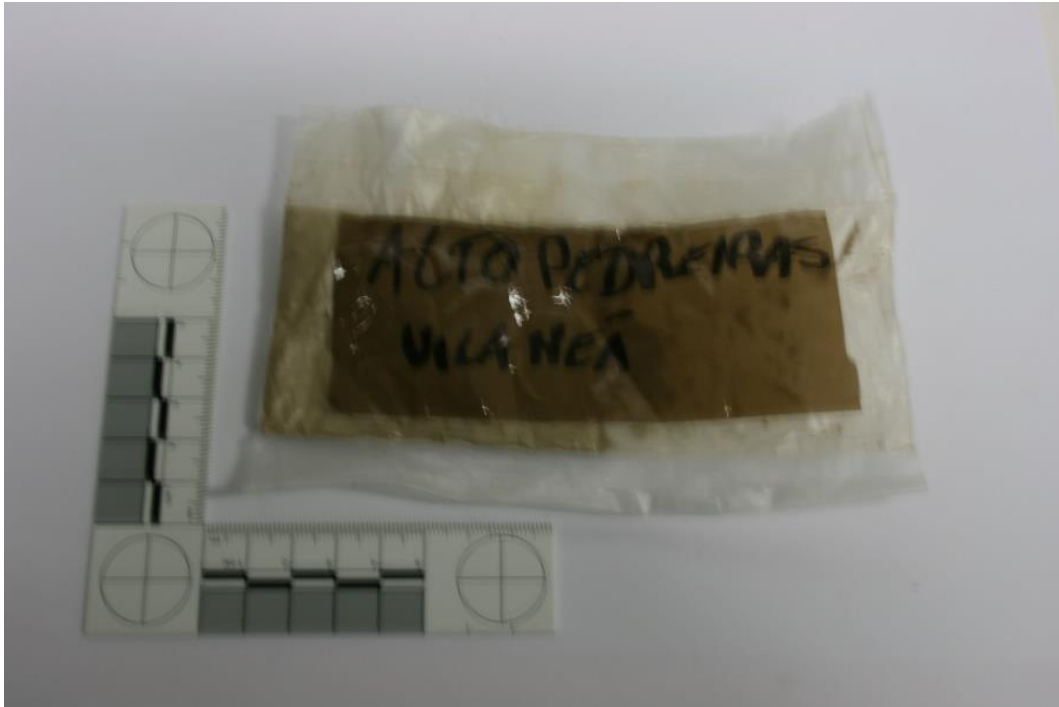
$b^* = 10.95$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.445×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - VM - 1”



-Origem-

Local de recolha: Vila Meã (Trás-os-Montes e Alto Douro)

Coordenadas: 41,49880 N ; 6,35180 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Solo obtido no Alto das Pedreiras, pedreira em exploração, Vila Meã

-Contexto Geológico-

Laminações muito finas, milimétricas a centimétricas de filitos essencialmente negros e metagrauwaques. “Complexo Xisto-Grauváquico” - Grupo do Douro. Câmbrico. (folha 2 à escala 1:200 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 24,58g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Anguloso

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 6/4

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 65.06$

$a^* = 3.73$

$b^* = 17.13$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.410×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - VNdG - 1”



-Origem-

Local de recolha: Vila Nova de Gaia (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,12683 N ; 8,64037 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Solo colhido junto à escola secundária Inês de Castro, Canidelo

-Contexto Geológico-

Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais. Plio-Plistocénico. (folha 9-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 82,61g

Granulometria: Maioritariamente fina

Calibragem: Mal calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a anguloso

Cor (escala de Munsell): 10YR 4/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 50.33$

$a^* = 5.10$

$b^* = 13.89$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 1.45×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - VNdG - 2”



-Origem-

Local de recolha: Vila Nova de Gaia (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,12668 N ; 8,63994 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Solo colhido junto à escola primária do Meiral

-Contexto Geológico-

Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais. Plio-Plistocénico. (folha 9-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 102,22g

Granulometria: Muito fina a grosseira

Calibragem: Muito mal calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a anguloso

Cor (escala de Munsell): 10YR 4/4

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 46.14$

$a^* = 6.66$

$b^* = 15.47$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 2.56×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “N - VNdG - 3”



-Origem-

Local de recolha: Vila Nova de Gaia (Douro Litoral)

Coordenadas: 41,12640 N ; 8,66733 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia (Praia das Pedras Amarelas, Lavadores)

-Contexto Geológico-

Aluviões atuais, areias e cascalheiras de praia, areias de duna. Plio-Plistocénico. (folha 9-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 213,60 g

Granulometria: Fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 7/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 63.32$

$a^* = 4.24$

$b^* = 15.08$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 2.52×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - Bal - 1”



-Origem-

Local de recolha: Baleal (Estremadura)

Coordenadas: 39,36663 N ; 9,33998 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia (praia do Baleal)

-Contexto Geológico-

Areias de praia. Moderno. (folha 26-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 193,60g

Granulometria: Muito fina a fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 8/3

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 69.90$

$a^* = 4.16$

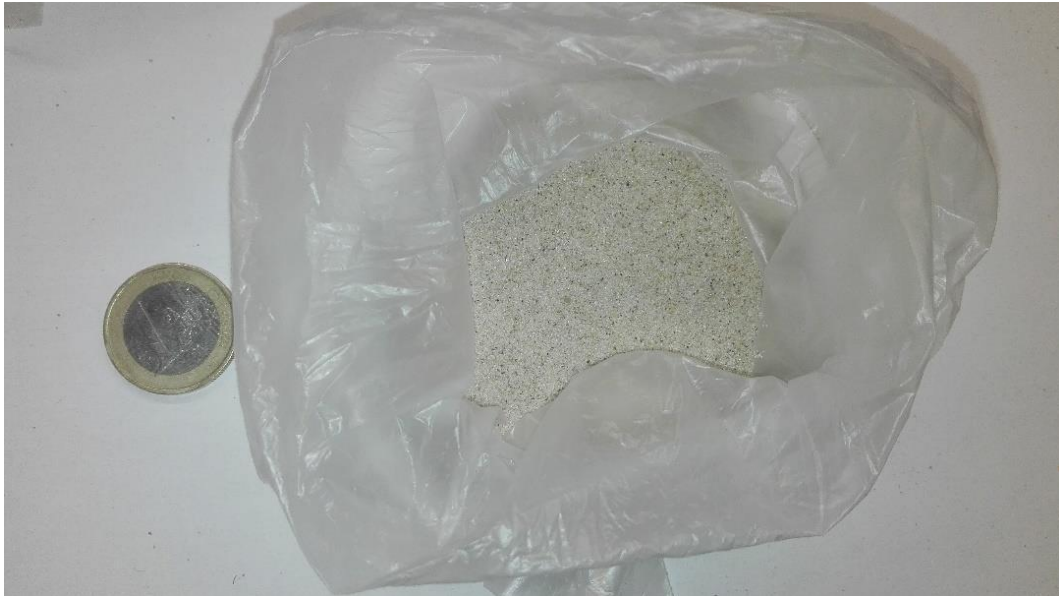
$b^* = 13.70$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.061×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - Bal - 2”



-Origem-

Local de recolha: Baleal (Estremadura)

Coordenadas: 39,36653 N ; 9,33941 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna (praia do Baleal)

-Contexto Geológico-

Dunas e areias de duna. Moderno. (folha 26-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 116,77g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 8/3

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 70.52$

$a^* = 4.15$

$b^* = 13.88$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.080×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - Can - 1”



-Origem-

Local de recolha: Cantanhede (Beira Litoral)

Coordenadas: 40,32671 N ; 8,84563 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia da Tocha em Cantanhede

-Contexto Geológico-

Areias de praia. Quaternário, Holocénico. (folha 19-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 281,15g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Muito bem rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 8/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 68.36$

$a^* = 3.77$

$b^* = 13.33$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.067×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - Can - 2”



-Origem-

Local de recolha: Cantanhede (Beira Litoral)

Coordenadas: 40,32660 N ; 8,84509 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna da praia da Tocha em Cantanhede

-Contexto Geológico-

Dunas: cordão dunar de praia. Quaternário, Holocénico. (folha 19-A à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 262,85g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Bem rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 8/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 70.00$

$a^* = 3.55$

$b^* = 12.44$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.037×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - FdF - 1”



-Origem-

Local de recolha: Figueira da Foz (Beira Litoral)

Coordenadas: 40,16317 N ; 8,87622 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia

-Contexto Geológico-

Aluviões, areias de praia. Moderno. (folha 19-CC à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 159,80g

Granulometria: Fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso

Cor (escala de Munsell): 10YR 8/3

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 66.73$

$a^* = 4.32$

$b^* = 15.59$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.046×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - FdF - 2”



-Origem-

Local de recolha: Figueira da Foz (Beira Litoral)

Coordenadas: 40,17837 N ; 8,90496 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Solo do encaixante carbonatado

-Contexto Geológico-

Aluviões, areias de praia. Moderno. (folha 19-CC à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 55,88g

Granulometria: Maioritariamente média

Calibragem: Muito mal calibrada

Arredondamento: Muito anguloso a anguloso

Cor (escala de Munsell): 10YR 5/3

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 48.01$

$a^* = 5.30$

$b^* = 14.06$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.234×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - FdF - 3”



-Origem-

Local de recolha: Figueira da Foz (Beira Litoral)

Coordenadas: 40,17837 N ; 8,90089 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Solo de falésia

-Contexto Geológico-

Tufos calcários. Plistocénico. (folha 19-CC à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 104,60g

Granulometria: Maioritariamente fina

Calibragem: Moderadamente calibrada

Arredondamento: Bem rolado

Cor (escala de Munsell): 7.5YR 6/6

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 53.25$

$a^* = 8.20$

$b^* = 18.31$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.247×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - FdF - 4”



-Origem-

Local de recolha: Figueira da Foz (Beira Litoral)

Coordenadas: 40,14885 N ; 8,86980 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna

-Contexto Geológico-

Dunas, areias de duna. Moderno. (folha 19-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 73,05g

Granulometria: Fina

Calibragem: Moderadamente calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 7/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 67.03$

$a^* = 3.98$

$b^* = 14.50$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.026×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - Mira - 1”



-Origem-

Local de recolha: Mira (Beira Litoral)

Coordenadas: 40,49081 N ; 8,79181 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna de Mira

-Contexto Geológico-

Cordão dunar de praia. Depósitos modernos, Holocénico. (folha 16-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 193,70g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 8/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 67.71$

$a^* = 3.23$

$b^* = 12.60$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.071×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - Mira - 2”



-Origem-

Local de recolha: Mira (Beira Litoral)

Coordenadas: 40,49081 N ; 8,79098 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia de Mira

-Contexto Geológico-

Areia eólica. Depósitos modernos, Holocénico. (folha 16-C à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 195,52g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Muito bem a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 8/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 69.21$

$a^* = 3.60$

$b^* = 13.42$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.012×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - Naz - 1”



-Origem-

Local de recolha: Nazaré (Estremadura)

Coordenadas: 39,58323 N ; 9,08090 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia na Nazaré

-Contexto Geológico-

Areias de praia. Moderno. (folha 26-B à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 149,77g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 8/3

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 66.74$

$a^* = 5.19$

$b^* = 16.27$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.027×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - Naz - 2”



-Origem-

Local de recolha: Nazaré (Estremadura)

Coordenadas: 39,58283 N ; 9,08033 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna na Nazaré

-Contexto Geológico-

Dunas e areias de dunas. Moderno. (folha 26-B à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 159,32g

Granulometria: Fina

Calibragem: Moderadamente calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 7/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 59.82$

$a^* = 4.05$

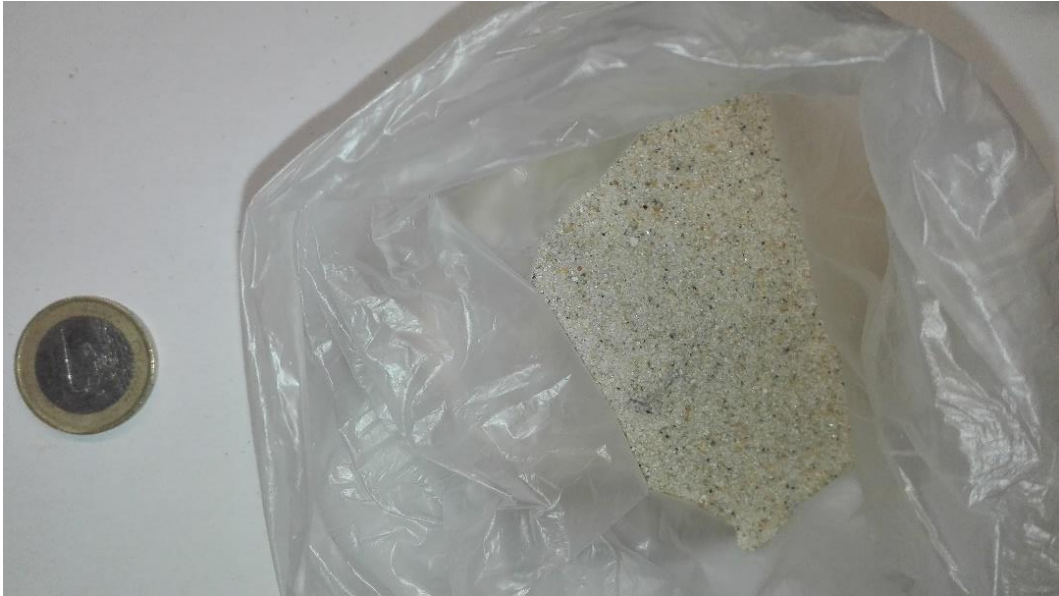
$b^* = 14.22$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.042×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - Ped - 1”



-Origem-

Local de recolha: Pedrógão (Estremadura)

Coordenadas: 39,92853 N ; 8,94835 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna em Pedrógão

-Contexto Geológico-

Dunas e areias de duna. Moderno. (folha 22-B à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 178,20g

Granulometria: Muito fina

Calibração: Muito bem calibrada

Arredondamento: Muito bem rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 8/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 69.50$

$a^* = 3.53$

$b^* = 13.34$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.094×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - Ped - 2”



-Origem-

Local de recolha: Pedrógão (Estremadura)

Coordenadas: 39,92899 N ; 8,94897 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia em Pedrógão

-Contexto Geológico-

Aluviões. Areias de praia. Moderno. (folha 22-B à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 135,11g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Muito bem rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 7/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 69.16$

$a^* = 3.36$

$b^* = 13.09$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.117×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - Qui - 1”



-Origem-

Local de recolha: Quiaios (Beira Litoral)

Coordenadas: 40,22183 N ; 8,89060 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna

-Contexto Geológico-

Dunas: cordão dunar de praia. Quaternário, Holocénico. (folha 19-AC à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 43,56g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Sum anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 6/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 61.33$

$a^* = 3.89$

$b^* = 13.52$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.024×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - Qui - 2”



-Origem-

Local de recolha: Quiaios (Beira Litoral)

Coordenadas: 40,22196 N ; 8,89139 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia

-Contexto Geológico-

Areias de praia. Quaternário, Holocénico. (folha 19-AC à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 60,91g

Granulometria: Fina

Calibragem: Bem calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 7/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 67.16$

$a^* = 3.52$

$b^* = 13.07$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.027×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - SMP - 1”



-Origem-

Local de recolha: S. Martinho do Porto (Estremadura)

Coordenadas: 39,50410 N ; 9,13690 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna

-Contexto Geológico-

Dunas e areias de dunas. Moderno. (folha 26-B à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 147,12g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Bem rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 8/4

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 61.49$

$a^* = 5.50$

$b^* = 15.79$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.053×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - SPM - 1”



-Origem-

Local de recolha: S. Pedro de Moel (Estremadura)

Coordenadas: 39,77109 N ; 9,02742 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de praia em S. Pedro de Moel

-Contexto Geológico-

Areias de praia. Moderno. (folha 22-D à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 123,10g

Granulometria: Fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 8/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 65.35$

$a^* = 4.28$

$b^* = 14.66$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.054×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “C - SPM - 2”



-Origem-

Local de recolha: S. Pedro de Moel (Estremadura)

Coordenadas: 39,77033 N ; 9,02702 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Alexandra Guedes

Local de armazenagem: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Observações: Areia de duna em S. Pedro de Moel

-Contexto Geológico-

Dunas e areias de dunas. Moderno. (folha 22-D à escala 1:50 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 188,24g

Granulometria: Fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Rolado

Cor (escala de Munsell): 10YR 8/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 67.96$

$a^* = 4.34$

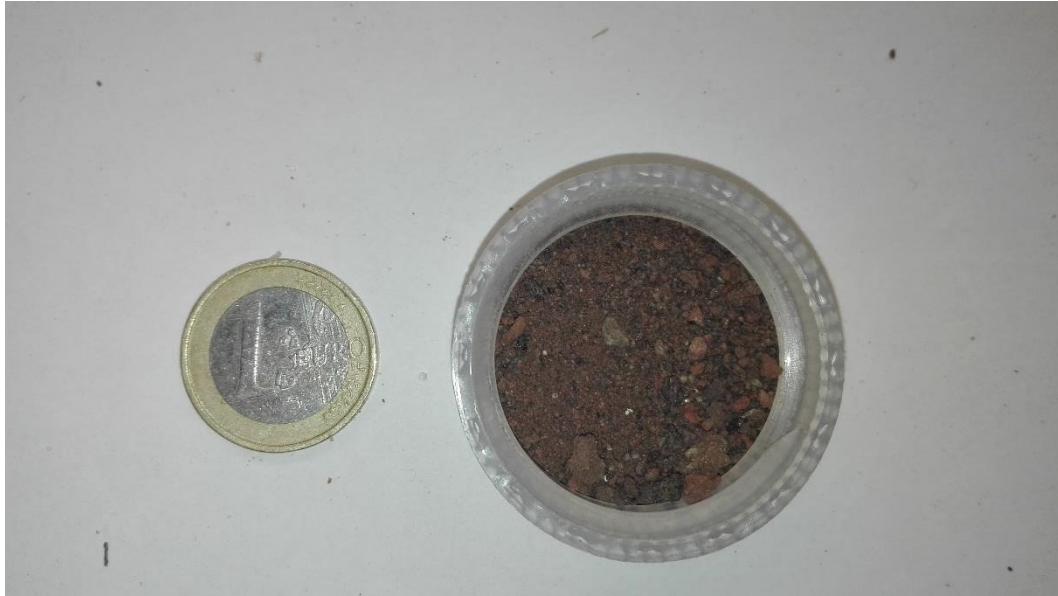
$b^* = 15.11$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.090×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “I - Fai - 1”



-Origem-

Local de recolha: Faial (Açores)

Coordenadas: 38,54306 N ; 28,62006 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Ana Assis

Local de armazenagem: Laboratório de Polícia Científica, Polícia Judiciária, Lisboa

Observações:

-Contexto Geológico-

Lavas e piroclastos (traquíticos). Erupções Holocénicas, Quaternário. (carta geológica de Portugal à escala 1:1 000 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 101,17g

Granulometria: Muito fina a grosseira

Calibração: Muito mal calibrada

Arredondamento: Anguloso

Cor (escala de Munsell): 5YR 4/4

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

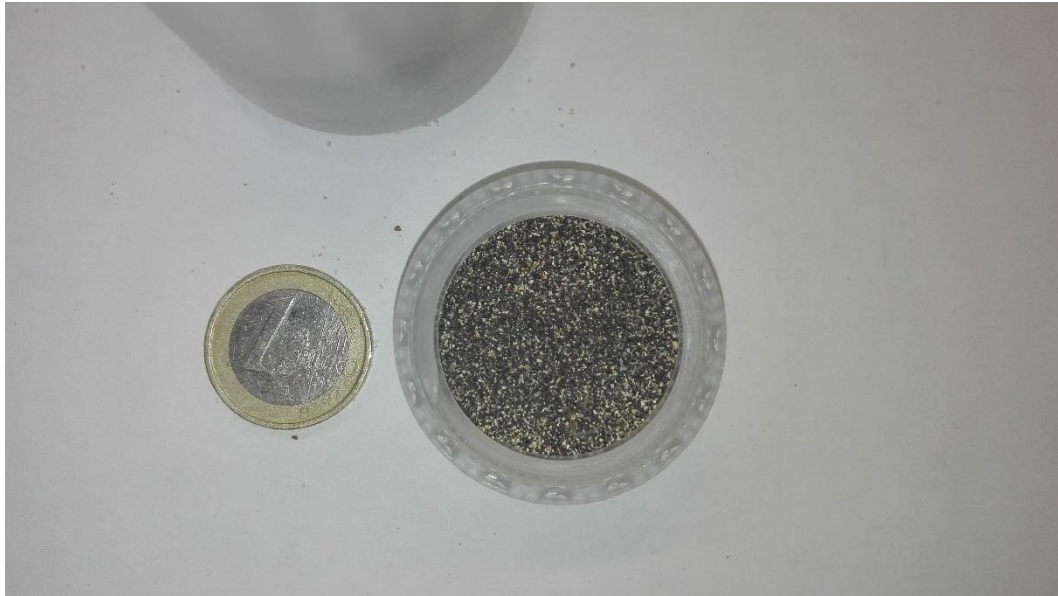
Espetrofotometria: $L^* = 37.91$; $a^* = 5.15$; $b^* = 8.36$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.541×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “I - Fai - 2”



-Origem-

Local de recolha: Faial (Açores)

Coordenadas: 38,52870 N ; 28,74751 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Ana Assis

Local de armazenagem: Laboratório de Polícia Científica, Polícia Judiciária, Lisboa

Observações:

-Contexto Geológico-

Lavas e piroclastos (basálticos). Erupções Plio-Plistocénicas, Quaternário. (carta geológica de Portugal à escala 1:1 000 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 132,18g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Bem rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5 YR 5/1

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 59.61$

$a^* = 1.32$

$b^* = 3.73$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 1.43×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “I - Fai - 3”



-Origem-

Local de recolha: Faial (Açores)

Coordenadas: 38,52854 N ; 28, 62889 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Ana Assis

Local de armazenagem: Laboratório de Polícia Científica, Polícia Judiciária, Lisboa

Observações:

-Contexto Geológico-

Lavas e piroclastos (basálticos). Erupções Plio-Plistocénicas, Quaternário. (carta geológica de Portugal à escala 1:1 000 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 92,02g

Granulometria: Muito fina a média

Calibragem: Mal calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a anguloso

Cor (escala de Munsell): 7.5YR 5/6

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 8

Espetrofotometria:

$L^* = 52.77$

$a^* = 10.15$

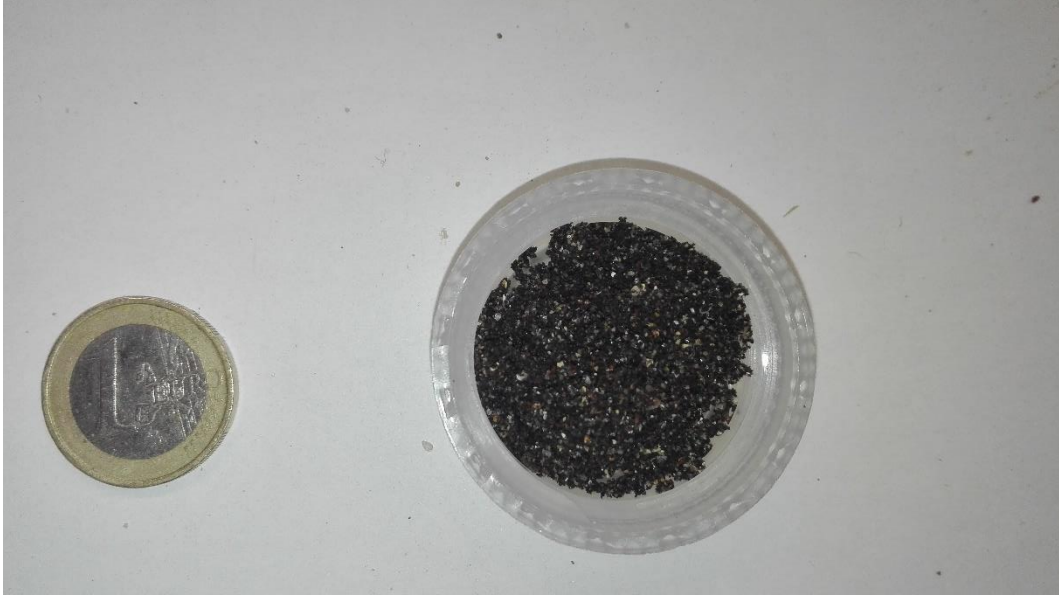
$b^* = 26.28$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.516×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “I - SM - 1”



-Origem-

Local de recolha: São Miguel (Açores)

Coordenadas: 37.75055 N ; 25,61833 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Ana Assis

Local de armazenagem: Laboratório de Polícia Científica, Polícia Judiciária, Lisboa

Observações: Praia do Pópulo

-Contexto Geológico-

Lavas e piroclastos (basálticos). Erupções Plio-Plistocénicas, Quaternário. (carta geológica de Portugal à escala 1:1 000 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 147,99g

Granulometria: Muito fina

Calibragem: Muito bem calibrada

Arredondamento: Bem rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 2/1

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espetrofotometria:

$L^* = 33.52$

$a^* = 1.43$

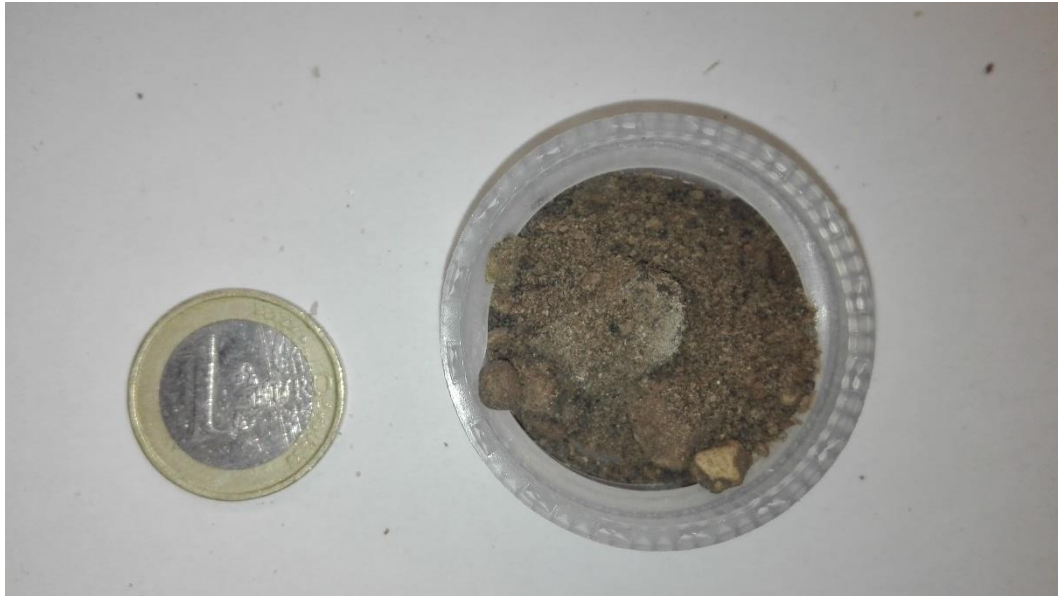
$b^* = 3.27$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 1.48×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “I - SM - 2”



-Origem-

Local de recolha: São Miguel (Açores)

Coordenadas: 37,76861 N ; 25, 33138 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Ana Assis

Local de armazenagem: Laboratório de Polícia Científica, Polícia Judiciária, Lisboa

Observações: Lagoa das Furnas

-Contexto Geológico-

Lavas e piroclastos (traquíticos). Erupções Plio-Plistocénicas, Quaternário. (carta geológica de Portugal à escala 1:1 000 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 136,57g

Granulometria: Muito fina a grosseira

Calibragem: Muito mal calibrada

Arredondamento: Sub rolado

Cor (escala de Munsell): 2.5Y 3/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 41.31$

$a^* = 3.63$

$b^* = 9.33$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.658×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “I - SM - 3”



-Origem-

Local de recolha: São Miguel (Açores)

Coordenadas: 37,77055 N ; 25,33000 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Ana Assis

Local de armazenagem: Laboratório de Polícia Científica, Polícia Judiciária, Lisboa

Observações: Parque Terra Nostra, Furnas

-Contexto Geológico-

Lavas e piroclastos (traquíticos). Erupções Plio-Plistocénicas, Quaternário. (carta geológica de Portugal à escala 1:1 000 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 83,47g

Granulometria: Fina a grosseira

Calibragem: Muito mal calibrada

Arredondamento: Sub anguloso

Cor (escala de Munsell): 10YR 3/3

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 37.42$

$a^* = 3.03$

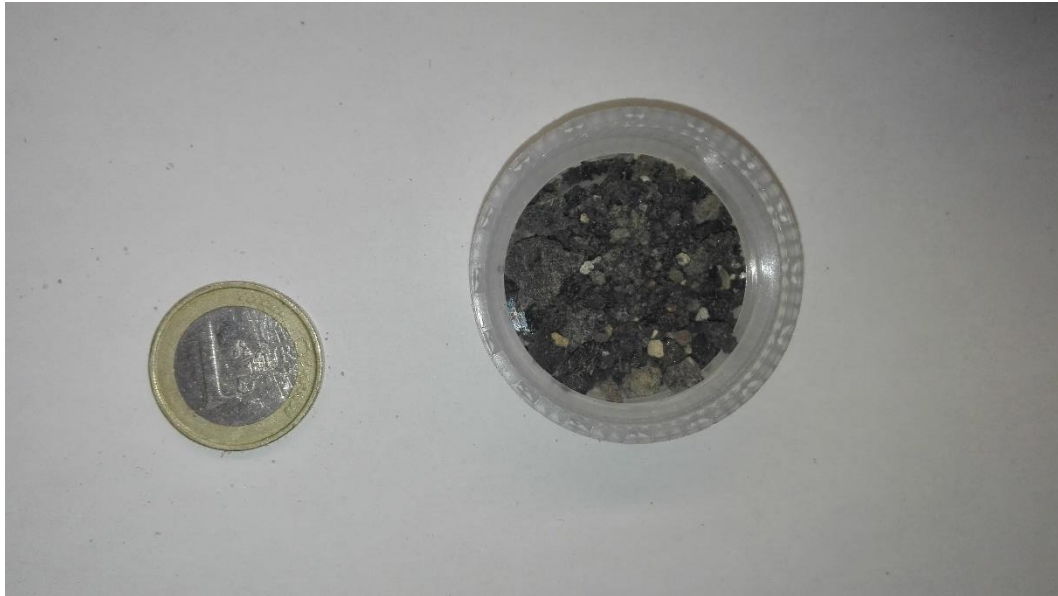
$b^* = 7.99$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.245×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “I - SM - 4”



-Origem-

Local de recolha: São Miguel (Açores)

Coordenadas: 37,85944 ; 25,85222 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Ana Assis

Local de armazenagem: Laboratório de Polícia Científica, Polícia Judiciária, Lisboa

Observações: Ponta da Ferraria, Ginetes

-Contexto Geológico-

Lavas e piroclastos (basálticos). Erupções Plio-Plistocénicas, Quaternário. (carta geológica de Portugal à escala 1:1 000 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 138,00g

Granulometria: Fina a grosseira

Calibragem: Muito mal calibrada

Arredondamento: Angular

Cor (escala de Munsell): 10YR 4/1

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 43.25$

$a^* = 1.10$

$b^* = 4.93$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 2.14×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “I - SM - 5”



-Origem-

Local de recolha: São Miguel (Açores)

Coordenadas: 37.75583 N ; 25.65777 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Ana Assis

Local de armazenagem: Laboratório de Polícia Científica, Polícia Judiciária, Lisboa

Observações: Parque Urbano, Ponta Delgada

-Contexto Geológico-

Lavas e piroclastos (basálticos). Erupções Plio-Plistocénicas, Quaternário. (carta geológica de Portugal à escala 1:1 000 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 76,99g

Granulometria: Fina a grosseira

Calibragem: Muito mal calibrada

Arredondamento: Angular

Cor (escala de Munsell): 10YR 3/2

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 36.47$

$a^* = 3.00$

$b^* = 15.07$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.695×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra “I - SM - 6”



-Origem-

Local de recolha: São Miguel (Açores)

Coordenadas: 37,75388 N ; 25,60861 W

Data de recolha:

Autor da recolha: Ana Assis

Local de armazenagem: Laboratório de Polícia Científica, Polícia Judiciária, Lisboa

Observações: Livramento, Ponta Delgada

-Contexto Geológico-

Lavas e piroclastos (basálticos). Erupções Plio-Plistocénicas, Quaternário. (carta geológica de Portugal à escala 1:1 000 000)

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 99,06g

Granulometria: Muito fina a grosseira

Calibragem: Muito mal calibrada

Arredondamento: Sub anguloso a anguloso

Cor (escala de Munsell): 10YR 5/4

Mineralização:

Homogeneidade:

Contaminantes antropogénicos:

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espetrofotometria:

$L^* = 49.43$

$a^* = 4.91$

$b^* = 15.07$

Fluorescência de Raios-X: ver tabela 5

Suscetibilidade magnética: 0.624×10^{-3} SI